

উচ্চমাধ্যমিক

জীব-বিজ্ঞান

ড: রবীন্দ্রনারায়ণ পাল



The book has been written to cover the syllabi of Biological Sciences for the newly introduced plus-two Courses in CLASSES XI & XII of the West Bengal Council of Higher Secondary Education, Vide Syllabus Volume 1, December 1979.

উচ্চ মাধ্যমিক

জীব-বিজ্ঞান

(দ্বিতীয় খণ্ড—দ্বিতীয় পত্র)

[FOR CLASSES XI & XII]

ডঃ রবীন্দ্রনারায়ণ পাল, এম. এস-সি, পি-এইচ. ডি.
অধ্যাপক, শ্রীচৈতন্য কলেজ, হাবড়া

পরিমার্জিত দ্বিতীয় সংস্করণ

পাবলিশিং সিণ্ডিকেট
৪৪-এ, বেনিয়াটোলা লেন, কলিকাতা-৭০০০০৯

প্রকাশক ঃ
শ্রীসচ্চিদানন্দ গুহ
পাবলিশিং সিণ্ডিকেট
৪৪-এ বেনিয়াটোলা লেন,
কলিকাতা-৭০০০০৯

প্রথম প্রকাশ ঃ সেপ্টেম্বর, ১৯৭৯
পরিমার্জিত দ্বিতীয় সংস্করণ ঃ সেপ্টেম্বর, ১৯৮০

* উৎসর্গ *

আমার বই যাদের ভাল লাগে সেই সব
পড়ুয়া ও তাদের শিক্ষক-শিক্ষিকাদের উদ্দেশ্যে

মূল্য ঃ তেইশ টাকা মাত্র (Rs. 23·00)

প্রচ্ছদ শিল্পী ঃ শ্রীঅঞ্জন চক্রবর্তী

মুদ্রক ঃ
শ্রীমণীন্দ্র মোহন বসাক,
সারদা প্রেস
১০, ডাঃ কার্তিক বোস স্ট্রীট
কলিকাতা-৭০০০০৯

লেখকের কথা

উচ্চ মাধ্যমিক জীব-বিজ্ঞান ১ম খণ্ড প্রকাশিত হবার পর থেকেই বিভিন্ন মহল থেকে ২য় খণ্ডের প্রকাশ দ্রুততর করার তাগিদ আসতে থাকে। যথাসাধ্য চেষ্টা সত্ত্বেও দেরী হওয়ায় একমাত্র কৈফিয়ৎ—আমাদের নিয়ন্ত্রাধীন নয় এমন সব পরিস্থিতি—যা কিনা প্রকাশনের কাজকে করেছে পদে পদে ব্যাহত। তা সত্ত্বেও আগের মতো এই বইটিকেও তথ্য-সমৃদ্ধ ও আকর্ষণীয় করার যথাসাধ্য চেষ্টা করেছি। আশা করি বইটি পাঠ্যক্রমের গণ্ডির ভিতরে থেকে পাঠক-পাঠিকার প্রাসঙ্গিক চিন্তার খোরাক যোগাতে পারবে। কেননা গতানুগতিক চিন্তার ধারা পরিত্যাগ করে প্রতিটি অধ্যায়ের বিষয়বস্তু এমনভাবে পরিবেশন করা হয়েছে যাতে অনুসন্ধিৎসু ছাত্র তার প্রশ্নের উত্তর সহজে খুঁজে নিতে পারে। কতটা সফল হয়েছি তার মূল্যায়ন করার অধিকারী যাদের জন্য লেখা তারা এবং তাদের শিক্ষক-শিক্ষিকারা। ১ম খণ্ডের জন্য এঁদের স্বতঃস্ফূর্ত অভিনন্দনে আমি অভিভূত। অত্যন্ত কুণ্ঠার সঙ্গে তাই ২য় খণ্ড তাঁদের উদ্দেশ্যেই উৎসর্গ করলাম। তাঁদের প্রত্যাশা সামান্যতম পূরণ হলেই আমার শ্রম সার্থক।

যাঁদের সাহায্য না পেলে এ বই বেরোতো না এই ফাঁকে সেই সব পুরাতন সহযোগীদের আবার জানাই আন্তরিক কৃতজ্ঞতা।

৬ই সেপ্টেম্বর, ১৯৭৯
কলকাতা

রবীন্দ্রনারায়ণ পাল

দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা

বেশ কিছুদিন ধরে যাঁরা অপেক্ষা করে আছেন তাঁদের হাতে সত্বর বইটি তুলে দিতে পেরে আনন্দিত। বইটির অভূতপূর্ব জনপ্রিয়তার জন্যই অতি অল্প সময়ে দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশ করার সুযোগ ঘটল। অসংখ্য শিক্ষক-শিক্ষিকা, ছাত্র-ছাত্রী যাঁরা ব্যক্তিগতভাবে যোগাযোগ করে বা পত্রমারফৎ ১ম খণ্ডের মতো ২য় খণ্ডেরও উচ্ছ্বসিত প্রশংসা করে এবং সুচিন্তিত মতামত পাঠিয়ে আমাকে উৎসাহিত তথা কৃতার্থ করেছেন, তাঁদের সবাইকে জানাই আমার আন্তরিক কৃতজ্ঞতা। উচ্চ মাধ্যমিক পাঠ্যক্রমের গণ্ডির ভিতরে থেকে যাতে বইটিকে উত্তরোত্তর আরো আকর্ষণীয় করে তুলতে পারি সেজন্য সর্বস্তরের পাঠক-পাঠিকার কাছ থেকে আগের মতোই গঠন-মূলক সমালোচনার প্রত্যাশায় রইলাম।

২২শে সেপ্টেম্বর, ১৯৮০
কলিকাতা

রবীন্দ্রনারায়ণ পাল

● সূচীপত্র ●

BIOLOGICAL SCIENCES

SYLLABUS*

Paper II (Marks—100)

[Equal marks for each group]

Group—A

BOTANY

1. Plant groups :—

Virus and *Bacteria* : A general account (elementary knowledge).

Fungi : *Mucor*—Structure and reproduction ; economic importance of fungi.

Algae : *Spirogyra*—Form, structural organisation and reproduction.

Bryophytes : Distinctive features, reproduction and alteration of generation with reference to *Pogonatum*.

Pteridophytes : Distinctive features, reproduction and life-cycle with reference to *Dryopteris*.

Gymnosperms : Distinctive features (morphological only) reproduction and life-cycle with reference to *Pinus*.

Angiosperms : Distinctive features of monocotyledonous and dicotyledonous plants, morphology of root and its modification, stem with underground and aerial modifications, leaf with modifications (excluding shape, apex, margin and leaf-base and their modification). Typical flowers with important variations (excluding inflorescence and form of corolla). and fruits ; reproductive process and description of rice plant .

2. *Tissue systems* : Their functions ; Structure of roots, stems and leaves. (Primary only).

Group—B

ZOOLOGY

1. *Outline knowledge about classification of animal kingdom.*

   Non-Chordate—upto Phyla.

   Chordate upto class with salient characters and examples.

2. Structure and functions of the following animals :

   (a) *Amoeba*,** (b) *Tapeworm* (c) *Guineapig*.

(a) General idea about Economic Zoology ; with reference to *Sericulture*.

(b) An outline knowledge of medical zoology with reference to *Mosquito*. (Malaria and Filaria).

(c) An outline knowledge of agricultural zoology with special reference to *Pisciculture*, a *common pest of Paddy*. For paddy, mention should be made about the nature of damage and control measures.

Group—C

PHYSIOLOGY

1. *General plan of the human body—systems and organs* :

   Elementary anatomy of the different system.

---

* Vide syllabus volume 1, December 1979 ;

** 1981-র পরীক্ষার্থীদের জন্য অ্যামিবা বাদ দেওয়া হয়েছে।

2. *Food and metabolism*: Digestion of food in the Alimentary canal, Absorption of foods and their fate.
3. *Transport of nutrients and gases in the body*: Composition and function of *Blood and Lymph*; Course of circulation of blood through the human heart. Cardiac output. Internal and External Respiratirn. Mechanism of Inspiratory and Expiratory movements. Compartments of Lung Air, Composition of Inspired, Expired and Alveolar air.
4. *Neuro-physiology and neuroendocrinal control of body*: General classfication of receptors. Structure of Neurone, Synapse and motor end plate. Reflex action. Central, Peripheral and Autonomic Nervous system.
5. *Musculo-Skeletal System—Locomotion.*
6. *Excretion of Metabolites*: Structure of kidney. Nephron—its different parts and their functions. Normal and abnormal composition of urine. Excretion through lungs and skin.
7. *Reproductive Physiology*: Structure of Gonads and their functions. Gametogenesis and fertilization. Control of fertility and population.

PRACTICAL

Botany

1. Plant Physiology—Standard experiments on Physiology i.e. Respiration Photosynthesis, Transpiration, Absorption.
2. T.S. of Root, Stem and leaves (Normal Structures).
3. Microscopic and macroscopic specimens of all the different forms included in the theoretical syllabus.
4. Field work—At least 4 local excursions to be arranged.

Zoology

1. (a) Dissection of Guineapig or Toad—General viscera, Alimentary, Arterial, Excretory and Reproductive system (Male and Female).

(b) Identification of Bones of Guineapig.

Spot identification: Amoeba, Paramoecium, Hydra, Liver Fluke, Ascaris, Leech, Prawn, Crab, Silkworm, Honey bee, Rice bug, Achatina, Shark, Lizard, Frog, Singi, Rohu, Magur, Tadpole.

2. Two local excursions.

Physiology

1. Observation of the squamous epithelial cells of man under the microscope.
2. Observation of the ciliated epithelial cells of toad's gullet under the microscope.
3. Observation of the blood cells of toad and man under the microscope.
4. Observation of the mesenteric circulation of blood of a toad under the microscope (Demonstration).

1 ॥ ভাইরাস ও ব্যাকটিরিয়া ॥

Syllabus : Virus and bacteria : A general account.

ভাইরাস

1.1. অবতরণিকা [Preamble]

জগতে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ রহস্যটা কি ? এই প্রশ্নের উত্তরে অনেকেই একবাক্যে বলবেন, বেঁচে থাকাটাই চরম রহস্য ! মৃত্যুর অক্টোপাস আলিঙ্গন তুচ্ছ করতে জীবকে পরিবেশের সঙ্গেই শুধু নয়, অন্যান্য জীবের সঙ্গেও প্রতিনিয়ত সংগ্রামে লিপ্ত থাকতে হয়। যে সব জীবকে আমরা দেখতে পাই, ডাক শুনি, অনুভব করি, তাদের সঙ্গে সংগ্রাম করা অপেক্ষাকৃত সহজ। কিন্তু যাদের চোখে দেখা যায় না তারা সত্যিই ভয়ঙ্কর ও মারাত্মক। এই প্রসঙ্গে যাদের কথা সবার আগে মনে আসে তারা হল ভাইরাস।

1.2. ভাইরাস কি [What is Virus] ?

ভাইরাস (virus) একটি ল্যাটিন শব্দ, যার অর্থ **'বিষ'** (poison)। বহুদিন ধরে ভাইরাস আমাদের পরিচিত, তবু এর সঠিক ও গ্রহণযোগ্য সংজ্ঞার হদিস আজও মেলেনি। কারণ ভাইরাস এমন একটি রহস্যময় অস্তিত্ব যাতে জীব ও জড়—উভয়ের বৈশিষ্ট্যই সমভাবে বিলীন। তাই জীব ও জড়—এই দুই পৃথক সত্তার মধ্যে ভাইরাস সেতুস্বরূপ। খালি চোখে তো নয়ই—সাধারণ অণুবীক্ষণ যন্ত্রেও এদের দেখা যায় না, এমনই ক্ষুদ্রাকৃতি এরা। তবে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণযন্ত্রে শুধু দেখাই নয়, এদের ছবিও তোলা সম্ভব হয়েছে। পরজীবী হিসাবেই ভাইরাসের অস্তিত্ব। উদ্ভিদ-জগৎ বা প্রাণী-জগৎ, কোনটাতেই এদের অন্তর্ভুক্ত করা যায় না।

1.3. ঐতিহাসিক বিবরণ [Historical background]

বিজ্ঞানের যে শাখায় ভাইরাস নিয়ে চর্চা করা হয় তাকে ভাইরোলজি (Virology) বলে। এই শাখায় বিশেষজ্ঞকে ভাইরোলজিস্ট (Virologist) বলে। সুদূর অতীতে 1576 খ্রীষ্টাব্দে **চার্লস ক্লসিয়স** (Charles Cluseus) যেদিন সর্বপ্রথম উদ্ভিদ-ভাইরাসের অস্তিত্ব অনুধাবন করলেন, সেদিন থেকেই ভাইরোলজি শাখার জয়যাত্রা সুরু। নব আবিষ্কৃত সেই ভাইরাসটি কচি তামাক পাতার নিচের দিককে কুঁচকে বিকৃত করতে তৎপর।

ভাইরাস আবিষ্কারের কৃতিত্ব **ইভানোভস্কির** (Iwanowsky, 1892)—একথা অনেকেই মনে করলেও **বাইজারিঙ্ক** (Beijerink, 1898) তামাক পাতার মোজাইক রোগের জীবাণুকে **ভাইরাস** আখ্যা দেন। অল্প সময়ের ব্যবধানে **লোফিয়ার ও ফ্রস** (Loffier and Frosch, 1898—1899) গবাদি পশুর পা ও মুখের বিশেষ ধরনের রোগের জন্যে ভাইরাসকেই দায়ী করেন। এর কয়েকবছর আগেই অবশ্য **গুয়ারনিয়ারি ও পাশেন** (Guarnieri and Paschen, 1892) বসন্তের ভাইরাস

আবিষ্কার করেন। এরপর রীড (Reed, 1901) ও পপার (Popper, 1908) যথাক্রমে পীতজ্বর (yellow fever) ও পোলিওমায়েলাইটিস ভাইরাস আবিষ্কার করলেন। সাবিন (Sabin) কর্তৃক 1906 খ্রীষ্টাব্দে পোলিও ভ্যাক্সিন আবিষ্কৃত হবার পর ব্যাকটিরিয়া ধ্বংসকারী ফাজ ভাইরাস সম্বন্ধে আলোকপাত করেন টোয়র্ট (Twort, 1915)। 1932 খ্রীষ্টাব্দে এলফোর্ড ও অ্যানড্রুজ (Elford and Andrews) বিভিন্ন ফাজ ভাইরাসের আকৃতি নিয়ে গবেষণা চালান। স্মিথের (Smith) নিরলস প্রচেষ্টায় 1933 খ্রীষ্টাব্দে ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাস আবিষ্কৃত হয় এবং এনড্রুজ ও লেড্‌ল (Andrews and Laidlaw)-র প্রচেষ্টায় এ সম্বন্ধে বিস্তারিত জানা যায়। এরপর জিলবার (Gilber) কর্তৃক এনকেফালাইটিস রোগটি সনাক্ত হয় 1937 খ্রীষ্টাব্দে। ইতিমধ্যে স্টানলে (Stanley, 1935)-র সাফল্যে ভাইরাস গবেষণার ক্ষেত্রে নবদিগন্ত উন্মোচিত হয়। তিনি তামাক পাতার মোজাইক ভাইরাস (TMV)-কে স্ফটিকে (Crystalline state) রূপান্তরিত করতে সমর্থ হন এবং তাঁর অমূল্য গবেষণার স্বীকৃতি হিসাবে তাঁকে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়। এই সময়েই ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কৃত হয় এবং এর ব্যবহার দ্বারা ভাইরাস সম্বন্ধে অনেক অজানা তথ্য জানা যায়। বদেন ও তাঁর সহযোগীরা (Bawden and his associates) দেখান, নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন দিয়ে ভাইরাস-স্ফটিক গঠিত।

ইতিমধ্যে হামের ভাইরাস আবিষ্কার করলেন প্লজ (Plotz, 1938)। সাম্প্রতিককালে ফাজের বৃদ্ধির ক্ষেত্রে ভাইরাস প্রোটিন ও নিউক্লিক অ্যাসিডের স্বনির্ভর ক্রিয়াকলাপ প্রদর্শন করেন হার্সে ও চেজ (Harshey and Chase, 1952)। ভাইরাসের নিউক্লিক অ্যাসিড নিয়ে তা দিয়েই সুস্থ উদ্ভিদকে সংক্রামিত করা যায়—এ সত্য প্রদর্শন করেন গিয়ারার ও স্রাম (Gierer and Schramm, 1956)।

1.4. ভাইরাসের সংজ্ঞা [Definition of Virus]

ভাইরাসের সংজ্ঞা দেওয়া হয়েছে এই ভাবে—

(a) "অন্তত 200 মিলি মাইক্রনেরও কম আকৃতিবিশিষ্ট নির্দিষ্ট পোষক-এ পরজীবী হিসাবে বসবাসকারী রোগজীবাণু হল ভাইরাস"—বদেন (Bawden 1943, 49)।

(b) "সুনির্দিষ্ট জীবকোষে অণুপ্রবিষ্ট হয়ে কেবল সেখানেই বংশবৃদ্ধি করার ক্ষমতা সম্পন্ন আলোক অণুবীক্ষণ যন্ত্রে অদৃশ্য সত্তাগুলিই ভাইরাস"—লুরিয়া (Luria, 1953)।

1.5. ভাইরাসের উৎপত্তি [Origin of Virus]

কোন কোন বিজ্ঞানীর ধারণা প্রাগৈতিহাসিক যুগে সুযোগমত উৎপন্ন জৈব পদার্থ থেকে নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন সংগ্রহে সক্ষম আদিভাইরাস (protovirus) থেকেই সরাসরি ভাইরাসের উৎপত্তি হয়েছে।

অন্যদের মতে অগণিত ধারাবাহিক বিবর্তনসূচক পরিবর্তনের ফলশ্রুতি ভাইরাস। এ'রা বলেন জীবের ক্ষীয়মান দশা হল ভাইরাস, যেখানে স্বনির্ভরতার ক্ষমতা হারিয়ে পরজীবীয় পুষ্টির অনুকূলে বিবর্তন ঘটেছে। পোষক দেহ থেকে সরাসরি পুষ্টি লাভ করার প্রয়াসেই যে এমনটি ঘটেছে তাতে কোন সন্দেহের অবকাশ নেই।

1.6. ভাইরাসের বৈশিষ্ট্য [Characteristics of Virus]

(1) ক্ষুদ্রতম সত্তা—ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্র ছাড়া এদের দেখা যায় না।

(2) জীবন্ত পোষক-কোষেই কেবল ভাইরাস বংশবৃদ্ধি করতে পারে।

(3) এদের অভিযোজন ও প্রকারণ (variation) ক্ষমতা অসাধারণ।

(4) অসুস্থ দেহ থেকে সুস্থ দেহে ভাইরাসকে স্থানান্তরিত করা যায়।

(5) ভাইরাস অত্যন্ত ছোঁয়াচে।

(6) লবণ, অ্যাসিড ও অ্যালকালি থেকে নিজেদের প্রতিরোধ করার ক্ষমতায় এরা অনন্য।

(7) ভাইরাসের উপর সূর্যালোকের কোন প্রত্যক্ষ প্রভাব নেই।

(8) এদের অত্যধিক উষ্ণতা সহ্য করার ক্ষমতা উল্লেখযোগ্য।

1.7. ভাইরাস জীব, জড় না অন্যকিছু? [Is Virus living, non-living or otherwise?]

(a) ভাইরাস যে জীব তার স্বপক্ষে যুক্তি

(1) ভাইরাস বংশবৃদ্ধি করতে পারে, (2) ভাইরাস বৃদ্ধি পায়, (3) এদের দেহে মিউটেশান হয়, (4) উত্তেজিত হলে ভাইরাস সাড়া দেয়, (5) দ্বিভাজন পদ্ধতিতে ভাইরাস বিভক্ত হয়, (6) সজীব কোষেই কেবল এরা বংশ বৃদ্ধি করে, (7) এদের জেনেটিক পদার্থ হল DNA বা RNA.

(b) ভাইরাস যে জড় তার স্বপক্ষে যুক্তি

(1) চিনির স্ফটিক অণুর মতো ভাইরাসের অণুকে স্ফটিকে রূপান্তরিত করা যায়, (2) এদের কোষ-প্রাকার বা কোষপর্দা নেই, (3) ভাইরাসের কলাঘটিত এমন কোন গঠন নেই যার বিশেষ কোন কাজ আছে, (4) ভাইরাস নিজেই নিজের অণুঘটকের কাজ করে (autocatalytic), (5) পোষক দেহের বাইরে যে কোন রাসায়নিক পদার্থের মতোই এরা নিষ্ক্রিয়।

(c) ভাইরাস যে জীব থেকে স্বতন্ত্র সত্তা তার স্বপক্ষে যুক্তি

(1) ভাইরাসের গঠনগত একক হল প্রোটোপ্লাজমহীন **ভিরিয়ন** (virion)—যা কোষদেহ সম্পন্ন জীব থেকে একেবারেই আলাদা, (2) ভিরিয়নে থাকে কেবল এক ধরনের নিউক্লিক অ্যাসিড - DNA অথবা RNA, কিন্তু জীবদেহে উভয়ই বর্তমান। (3) কেবল DNA বা RNA নামে জেনেটিক পদার্থ থেকেই ভাইরাসের বংশবৃদ্ধি ঘটে—যা জীবদেহে মোটেই সম্ভব নয়, (4) ভাইরাসের দেহে ফ্যাট বা পলিস্যাকারাইড থাকে না—এটাও জীব থেকে ভাইরাসের উল্লেখযোগ্য স্বাতন্ত্র।

1.8. ভাইরাসের প্রকৃতি [Nature of Virus]

ভাইরাসের প্রকৃতি নির্ধারণ বহুকাল ধরেই তর্ক-বিতর্কের বিষয় হয়ে দাঁড়িয়েছে। বস্তুতঃ আজও এটি যথারীতি রহস্যাবৃতই থেকে গেছে। তবু আধুনিক ভাইরোলজিস্টরা নিম্নলিখিত-ভাবে ভাইরাসের প্রকৃতির ব্যাখ্যা দিতে চেষ্টা করেছেন।

(1) ভাইরাস হল অতি উচ্চ আণবিক ভরসম্পন্ন প্রোটিনকণা।

(2) নিউক্লিক অ্যাসিড ও প্রোটিন সমন্বয়ে গঠিত নিউক্লীয়প্রোটিন ভাইরাস দেহের গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। জীবন্ত পোষকের কোষে এটি নিজেই অনুঘটকরূপে কাজ চালিয়ে নিজের মতই একাধিক অণু উৎপাদন করতে পারে।

(3) সংক্রমণের সময় আক্রান্ত কোষের বাইরে প্রোটিন আবরণ ত্যাগ করে ভাইরাস কোষের ভিতরে কেবল নিউক্লিক অ্যাসিড পাঠায় এবং বংশবৃদ্ধি শুরু করে।

1.9. ভাইরাসের শ্রেণীবিভাগ অর্থাৎ ভাইরাস দেখতে কেমন ? [Classification of virus—How do they look like ?]

আকার, আয়তন ও সামঞ্জস্যের দিক থেকে ভাইরাসের বহিরাকৃতিগত বৈচিত্র্য উল্লেখযোগ্য।

(a) **আয়তন :** গবাদি পশুর মুখ ও পায়ের রোগের ভাইরাস সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র। এর আয়তন 10mμ-এর চেয়েও কম। টিয়াপাখীর জ্বরের জন্য দায়ী ভাইরাসের দৈর্ঘ্য সর্বাধিক, প্রায় 400mμ।

(b) **আকার :** আকৃতির দিক থেকে ভাইরাসকে নিম্নলিখিত গোষ্ঠীতে ভাগ করা যায়।

(1) **দণ্ডাকার** (Rod-shaped) : মাম্পস্ (mumps), তামাক পাতার মোজাইক রোগের ভাইরাস (TMV) দণ্ডাকার।

(2) **বর্তুলাকার** (Sphere-shaped) : ইনফ্লুয়েঞ্জা, অর্বুদ, জাপানী এনকেফালাইটিস প্রভৃতি রোগের ভাইরাস বর্তুলাকার।

(3) **ঘণকাকার** (Cubic-shaped) : আঁচিল, হার্পিস প্রভৃতি রোগের ভাইরাস ঘণকাকার।

(4) **শুক্রাণুবৎ** (Spermatozoa-shaped) : ফাজ ভাইরাস অর্থাৎ ব্যাকটিরিয়া আক্রমণকারী ভাইরাসের আকৃতি অনেকটা শুক্রাণু বা ব্যাঙাচির মতো। মাথা ও লম্বা লেজ—এই দুই অংশে এদের দেহ বিভক্ত। তবে কোন কোন ফাজ ভাইরাসের লেজ নাও থাকতে পারে।

1.10. ভাইরাসের বাসস্থান অর্থাৎ ভাইরাস কোথায় বাস করে? [Occurrence of virus—Where do they live ?]

ইতিমধ্যেই উল্লেখ করা হয়েছে যে ভাইরাস কেবল পরজীবী হিসাবে পোষকদেহে বাস করে। তবে এদের দূষিত জল, মাটি, বাতাস এমন কি কলুষিত জলেও বসবাস করতে দেখা যায়*। অধিকাংশ ভাইরাসই নানাভাবে মানুষের রোগ সৃষ্টি করে এবং তাদের অপরিসীম ক্ষতির কারণ হয়।

1.11. ভাইরাসের গঠন [Structure of Virus]

(a) **বহির্গঠন** (External structure) : ইতিমধ্যেই উল্লেখ করা হয়েছে যে ভাইরাস সাধারণত দণ্ডাকার, বর্তুলাকার, ঘণকাকার ও শুক্রাণুবৎ।

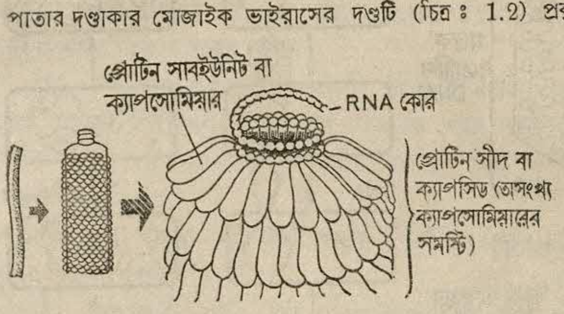
* পোষক দেহের বাইরে এইসব ক্ষেত্রে ভাইরাস প্রায় মৃত অণুর মতই থাকে।

(b) **অন্তর্গঠন** (Internal structure) : ভাইরাসের কেন্দ্রীয় নিউক্লিক অ্যাসিড হল DNA বা RNA (nucleic acid core) যাকে ঘিরে থাকে একটি প্রোটিন আবরণ। প্রোটিনের এই আবরণটিকে **ক্যাপসিড** (Capsic) বলে (চিত্র : 1.1)। ক্যাপসিড প্রকৃতপক্ষে অসংখ্য প্রোটিন সাব ইউনিট বা—**ক্যাপসোমিয়ার** (Capsomere) দ্বারা গঠিত; অর্থাৎ অসংখ্য **ক্যাপসোমিয়ারের সমষ্টি হল ক্যাপসিড** (চিত্র : 1.2)। কোন কোন ভাইরাসের প্রোটিন আবরণের (ক্যাপসিড) বাইরে একটি বিশেষ **মোড়ক** বা **আবরণ** (envelop) থাকে।



চিত্র : 1.1 আদর্শ ভাইরাসের অন্তর্গঠন

এক্সরে পরীক্ষার মাধ্যমে **বদেন** (Bawden, 1959) প্রমাণ করেছেন যে তামাক পাতার দণ্ডাকার মোজাইক ভাইরাসের দণ্ডটি (চিত্র : 1.2) প্রকৃতপক্ষে একটি ফাঁপা নল যার বাইরের ত্বক গভীর খাত (groove)-এ পরিপূর্ণ। অধিকাংশ ভাইরাসের নিউক্লীয় বস্তু RNA, তবে ফাজ ভাইরাসে (phase virus or Bacteriophase) নিউক্লীয় বস্তুটি DNA। নিউক্লীয় বস্তুর উপরের আচ্ছাদন সব সময় প্রোটিন।



চিত্র : 1.2 তামাক পাতার মোজাইক ভাইরাস (TMV)

1.12. ব্যাকটিরিওফাজ বা ফাজ ভাইরাসের গঠন, জনন ও জীবন-চক্র
[Reproduction and life-cycle of Bacteriophase or Phase Virus]

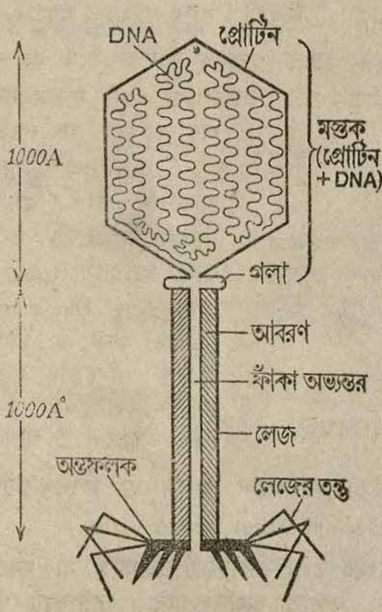
যে সব ভাইরাস ব্যাকটিরিয়াকে ধ্বংস করে তাদের **ব্যাকটিরিওফাজ** বা **ফাজ ভাইরাস** বলা হয়। **'ফাজ'** (*Phase*) **কথার অর্থ ভক্ষক। টোয়ার্ট ও হেরেলে** ((1915) সর্বপ্রথম ফাজ ভাইরাস সনাক্ত করেন। ফাজের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ভাইরাসেরই অনুরূপ। সুনির্দিষ্ট প্রজাতির ব্যাকটিরিয়াকে আক্রমণ করাই ফাজের অন্যতম বৈশিষ্ট্য।

ফাজের গঠন : একটি আদর্শ ফাজ ভাইরাসকে দেখতে ঠিক ব্যাঙাচির মতো অর্থাৎ ব্যাঙাচির মতোই এর দেহে আছে মস্ত বড় একটি মস্তক ও লম্বা একটি লেজ। লেজ এবং মস্তকের মাঝে আছে সুস্পষ্ট একটি গলা (চিত্র : 1.3)। মস্তক ও লেজের দৈর্ঘ্য প্রায় সমান সমান অর্থাৎ প্রতিটি 1000Å। লেজটির অভ্যন্তরভাগ ফাঁপা—এর বাইরের আবরণটির প্রকৃতি প্রোটিন। লেজের নিচের অংশে অন্তঃফলকের সঙ্গে লেজের তন্তু যুক্ত থাকে। আক্রমণ করার সময় এই তন্তুগুলি প্রথমে ব্যাকটিরিয়মের* দেহ স্পর্শ করে। লেজের তুলনায় মস্তকটি বহুগুণ

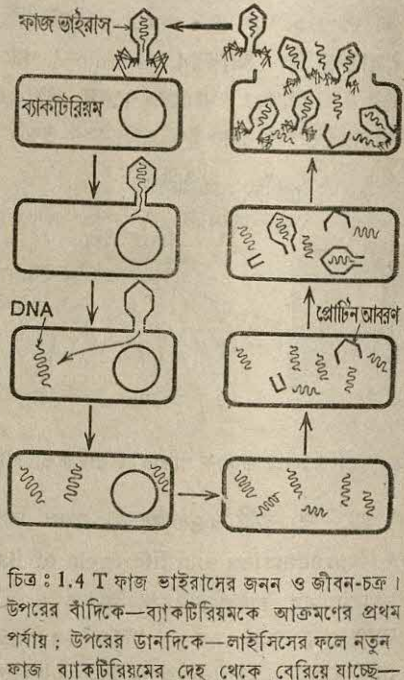
* একবচন—ব্যাকটিরিয়ম ; বহুবচন—ব্যাকটিরিয়া

স্থূল। এখানে প্যাঁচানো DNA তন্তু প্রোটিন খোলে আবদ্ধ থাকে। আন্তঃক্রিয়ার প্রকৃতি অনুসারে ফাজ **বিষময়** (virulent), **বিষহীন** (non-virulent) অথবা মধ্যপন্থী।

ফাজের জনন ও জীবনচক্র : ফাজ ভাইরাসের জনন পদ্ধতি সম্বন্ধে বিস্তারিত সমীক্ষা করেছেন **স্টিউট** (Steut, 1955)। দেখা গেছে ভাইরাসের জনন কেবল পোষক দেহেই সম্ভব। আক্রমণের প্রথম পর্যায়ে ফাজ ভাইরাসটি লেজের তন্তু দিয়ে আক্রান্ত ব্যাকটিরিয়মের দেহের সঙ্গে নিজেকে আটকে ফেলে (চিত্র : 1.4)। এরপর **লাইসোজাইম** (Lysozyme) এনজাইমের সাহায্যে সম্ভবত লেজই পোষক দেহে এমন একটি ছিদ্র করে যার ভিতর দিয়ে ফাজ নিজের নিউক্লিক অ্যাসিড (DNA) পোষক অর্থাৎ ব্যাকটিরিয়মের দেহে পাঠিয়ে দেয়।



চিত্র : 1.3. ব্যাকটিরিওফাজের গঠন



চিত্র : 1.4 T ফাজ ভাইরাসের জনন ও জীবন-চক্র। উপরের বাঁদিকে—ব্যাকটিরিয়মকে আক্রমণের প্রথম পর্যায় ; উপরের ডানদিকে—লাইসিসের ফলে নতুন ফাজ ব্যাকটিরিয়মের দেহ থেকে বেরিয়ে যাচ্ছে—ফাজগুলি নতুন করে ব্যাকটিরিয়াকে আক্রমণ করার ক্ষমতা রাখে

লক্ষ্য করার বিষয় ব্যাকটিরিয়মের দেহের উপরে তখন কেবল ফাজ ভাইরাসের ফাঁকা খোলকটিই লেগে থাকে। ইতিমধ্যে ব্যাকটিরিয়ার দেহে DNA-র পরিমাণের দ্রুত বৃদ্ধি ঘটতে থাকে। বিপাকক্রিয়ার মাধ্যমে একই সঙ্গে তার নিজস্ব প্রোটিন সংশ্লেষের কাজও চলতে থাকে। প্রোটিন ও DNA মিলিত হয়ে নতুন ফাজ গঠিত হয়। প্রথমে ফাজের উপাদান সংশ্লেষ ও পরে নতুন ফাজ গঠনের কাজ চলে আক্রান্ত ব্যাকটিরিয়মেরই শক্তির বিনিময়ে। ব্যাকটিরিয়মের মতো ক্ষুদ্র কোষে 100—200 ফাজ ভাইরাস সৃষ্টির পরিণামে তার প্রাকারে যে চাপের সৃষ্টি হয় তার ফলেই আক্রান্ত ব্যাকটিরিয়ম ফেটে যায়। এই পদ্ধতিকে **লাইসিস** (Lysis) বলে। লাইসিসের ফলে নতুন ফাজ ব্যাকটিরিয়মের দেহ থেকে বেরিয়ে পরে। নবগঠিত ফাজগুলি নতুনভাবে জীবন

শুরু করলেও আক্রান্ত ব্যাকটিরিয়মের মৃত্যু ঘটে। যাইহোক ব্যাকটিরিওফাজের জীবন-চক্র পর্যালোচনায় দেখা গেল তাদের জনন সম্পূর্ণভাবে DNA-র উপর নির্ভরশীল। এ থেকেই ধারণা করা হয় যে পরিবর্তিত একপ্রকার DNA (বা এক ধরনের ভাইরাস DNA) নানারকম রোগ, বিশেষত ক্যানসারের জন্য দায়ী।

1.13. ভাইরাসঘটিত রোগ [Viral diseases]

ভাইরাসের আক্রমণে শুধু ব্যাকটিরিয়াই নয় উদ্ভিদ, প্রাণী প্রভৃতি জীবদেহেও নানা রকম রোগ সৃষ্টি হয়।

(a) মনুষ্যেতর প্রাণীর ক্ষেত্রে :

(1) অষ্টাদশ শতাব্দীতে বিশেষ এক ধরনের অসুস্থতায় দক্ষিণ আফ্রিকার অসংখ্য ঘোড়া প্রাণ হারায়। ঠিক সেই ধরনের অসুস্থতাই বিহার ও অন্ধ্রপ্রদেশে এক সময় সংক্রামক রোগ হিসাবে ছড়িয়ে পড়ে। 22,000 আক্রান্তের মধ্যে প্রায় 90% প্রাণীরই মৃত্যু ঘটে। এই রোগটি ভাইরাসঘটিত বলে অনেকের বিশ্বাস।

(2) **পা ও মুখের রোগ**—জল ও বিচালীর মাধ্যমে সংক্রামিত এই ভাইরাসঘটিত রোগ অসংখ্য গবাদিপশুর মৃত্যু ঘটায় ; এমনকি সময় সময় শিশুরাও এই রোগের হাত থেকে নিষ্কৃতি পায় না। এইসব ক্ষেত্রে ভাইরাস হৃৎপিণ্ড ও এণ্ডোক্রিন গ্রন্থিকে নষ্ট করে দেয়।

(3) **গো বসন্ত**—এটি অত্যন্ত সংক্রামক ভাইরাস (চিত্র : 1.5)। আক্রান্ত গবাদি পশুর মৃত্যুর হার খুব বেশী।

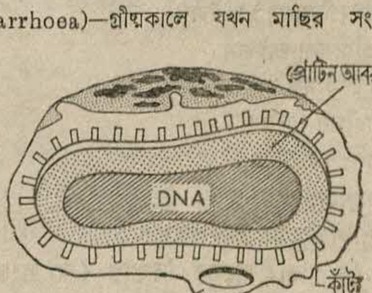
(4) **জলাতঙ্ক**—কুকুর, বিড়াল এবং সময় সময় মানুষেরও জলাতঙ্ক রোগের জন্য দায়ী হল **র‍্যাবিজ ভাইরাস**। জলাতঙ্ক মারাত্মক রোগ। তাই কুকুরে কামড়ালে জলাতঙ্ক রোগ প্রতিরোধক টিকা নেবার পদ্ধতি প্রচলিত আছে।

(b) মানুষের ক্ষেত্রে :

(1) **শিশুর উদরাময়** (Infant diarrhoea)—গ্রীষ্মকালে যখন মাছির সংখ্যা বৃদ্ধি পায় ঠিক তখনই এই রোগের প্রাদুর্ভাব ঘটে।

(2) **হাম** (Measles)—এটি শিশুর ক্ষেত্রে একটি অতি পরিচিত রোগ। এই রোগের ফলে শ্রবণ ক্ষমতা হ্রাস পায়। ভারতে ও আফ্রিকায় এই রোগে মৃত্যুর হার নগণ্য নয়।

(3) **মাম্পস্** (Mumps)—এটি অত্যন্ত ছোঁয়াচে রোগ, লালাগ্রন্থির প্রদাহ এ রোগের অন্যতম উপসর্গ।



গো-বসন্ত ভাইরাস

চিত্র : 1.5

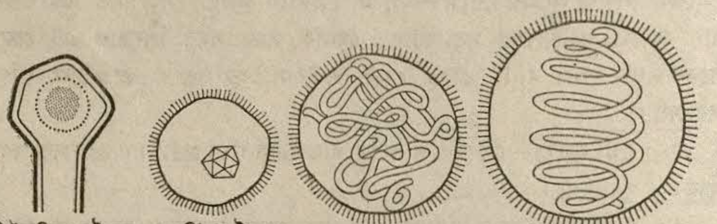
(4) **জলবসন্ত** (Small pox)—একসময় জলবসন্ত রোগটি মৃত্যুর হাতছানি বলে পরিগণিত হত। বর্তমানকালে জলবসন্ত প্রায় পুরোপুরিভাবেই নিয়ন্ত্রিত হয়েছে বলা যায়।

(5) **হারপিস** (Herpis)—এটি একটি অত্যন্ত বেদনাদায়ক ভাইরাসঘটিত রোগ। সাধারণতঃ ঠোঁট এমন কি দেহের অন্যান্য অঙ্গপ্রত্যঙ্গও এই রোগে আক্রান্ত হয়। তবে পরিণত ব্যক্তির চেয়ে শিশুরাই এই রোগের কবলে বেশী পড়ে।

(6) **পোলিওমায়েলাইটিস** (Poliomyelitis)—এই রোগে নার্ভতন্ত্র আক্রান্ত হয় এবং মস্তিষ্ক ও দেহের পেশীসমূহ অবশ হয়ে যায়। আজকাল পোলিও ভ্যাকসিন ব্যবহারে এই রোগ আংশিকভাবে নিয়ন্ত্রিত।

নিচে উদ্ভিদ ও প্রাণীর কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ভাইরাসের নাম, রোগের নাম ও আক্রান্ত অঙ্গের উল্লেখ করা হল ঃ

উদ্ভিদ ভাইরাস	**রোগের নাম**	**আক্রান্ত অঙ্গ**
টোবাকো মোজাইক ভাইরাস (TMV)	মোজাইক	তামাক পাতা
প্যাপায়া মোজাইক ভাইরাস	"	পেঁপে পাতা
হলুদ মোজাইক ভাইরাস	"	গম পাতা
টমেটো বুসি ভাইরাস	লিফকার্ল	টমেটো পাতা



চিত্র : 1.6. কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ভাইরাসের আকৃতি

প্রাণী ভাইরাস		
হাম (মিসলস্) ভাইরাস	হাম	মানুষের ত্বক
ভেরিসেলা ভাইরাস	জলবসন্ত	মানুষের ত্বক
লিউকেমিয়া ভাইরাস	রক্তের ক্যানসার	মানুষের ত্বক
হারপিস ভাইরাস	হারপিস	মানুষের ত্বক
মাম্পস ভাইরাস	মাম্পস	মানুষের গলা
ইনফ্লুয়েঞ্জা ভাইরাস	ইনফ্লুয়েঞ্জা	মানুষের দেহ
পোলিওমায়েলাইটিস ভাইরাস	পোলিও (পক্ষাঘাত)	নার্ভতন্ত্র

1.14. ভাইরাসের বিস্তার (বা সংক্রমণ) কি ভাবে ঘটে ? [How are viruses transmitted ?]

A. **প্রাণীর ক্ষেত্রে** (In animal) ঃ নিজে থেকে ভাইরাস নড়াচড়া করতে পারে না, তবু অকল্পনীয় দ্রুততায় এরা বিস্তৃত হয়। মানুষসহ বিভিন্ন জৈব বা অজৈব বাহকের মাধ্যমে ভাইরাস পরিবাহিত হয়। কাশি, হাঁচি, চুম্বন প্রভৃতির মাধ্যমে মানুষ ভাইরাসঘটিত রোগকে সুস্থ ব্যক্তির দেহে ছড়িয়ে দেয়। এরা মাতার দেহ থেকে সরাসরি সন্তানের দেহে চলে যেতে

পারে। ক্ষত স্থান অথবা কলুষিত খাদ্য মাধ্যমেও বিভিন্ন ধরনের ভাইরাস মানবদেহে প্রবেশ করতে পারে।

গৃহপালিত কুকুর, বিড়াল, ভেড়া, গরু, ছাগল ইত্যাদি প্রাণীর ভাইরাসঘটিত রোগ সংক্রমণ প্রবণতা খুবই বেশী এবং সে জন্যই এদের দ্বারা ভাইরাসঘটিত রোগ অতি দ্রুততায় সুস্থ জীবদেহে ছড়িয়ে পড়ে।

B. **উদ্ভিদের ক্ষেত্রে** (In plants)ঃ উদ্ভিদ-ভাইরাস নিম্নলিখিত যে কোন উপায়ে অতি সহজেই বিস্তৃত হয়।

(1) **অঙ্গজ জনন পদ্ধতি মাধ্যমে** (Through vegetative propagation)ঃ এটিই ভাইরাস বিস্তারের সবচেয়ে সহজ পন্থা। আলু, পেঁয়াজ বা অন্যান্য কন্দজাতীয় গাছ, এমন কি ফলের গাছ বা বাহারী গাছের ভাইরাস রোগ স্ফীতকন্দ, গ্রন্থিকাণ্ড, মুকুল, মূল, কাটিং বা গ্র্যাফ্‌টিং মাধ্যমে জনিতৃর দেহ থেকে অপত্যের দেহে সংক্রামিত হয়।

(2) **বীজ দ্বারা** (By seeds)ঃ শিম্বীগোত্রীয় গাছের বা শশাজাতীয় গাছের মোজাইক ভাইরাস রোগ বীজের মাধ্যমে বিস্তৃত বা সংক্রামিত হয়। মজার কথা আক্রান্ত গাছে উৎপন্ন বীজের বিশেষ কোন অংশই কেবল ভাইরাস পরিবহণ করে।

(3) **মাটি মাধ্যমে** (By soil)ঃ ফসল তোলার পর তামাক গাছের মোজাইক ভাইরাস মৃত ও পরিত্যক্ত তামাক গাছের সঙ্গেই মাটিতে থেকে যায়। নতুন শস্যকে এরা তৎপরতার সঙ্গে আক্রমণ করতে পারে।

(4) **পতঙ্গ দ্বারা** (By insects)ঃ মাছি, গঙ্গাফড়িং ও অন্যান্য পতঙ্গকে অতি সহজ ভাইরাস-বাহক হিসেবে মনে করা হয়। এইসব পতঙ্গ ভাইরাস-বাহক অর্থাৎ **ভেক্টর** (Vector)। বিস্তৃত হবার সময় ভাইরাস বেশ কিছুদিন বেঁচে থাকতে পারে।

(5) **যান্ত্রিক প্রক্রিয়ায়** (By mechanical means)ঃ কৃষির সাজসরঞ্জাম মাধ্যমে, এমন কি মানুষের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ মাধ্যমেও ভাইরাস বিস্তৃত হয়।

1.15. উদ্ভিদে ভাইরাসঘটিত রোগের উপসর্গ [Symptoms of virus diseases in plants]

পোষকের দেহে নিম্নলিখিত উপসর্গ দেখে উদ্ভিদের ভাইরাসঘটিত রোগকে সহজেই সনাক্ত করা সম্ভব।

(1) **ক্লোরোসিস** (Chlorosis)ঃ আক্রান্ত গাছের পাতার ক্লোরোফিল নষ্ট হয়, এবং জায়গায় জায়গায় হলুদ ছোপ পড়ে। সবুজ কলায় এই ধরনের ছোপ 'মোজাইক' নক্সা সৃষ্টি করে বলে রোগকে '**মোজাইক রোগ**' বলা হয়। এই রোগটি সচরাচর তামাক পাতায় লক্ষ্য করা যায়।

(2) **পাতার রং হলুদ হওয়া** (Yellowing)ঃ আক্রান্ত গাছের সবকটি পাতায় রং হলুদ হয়ে যেতে পারে।

(3) **নেক্রোসিস** (Necrosis)ঃ এটি এক ধরনের ক্ষত—যাতে রোগগ্রস্থ গাছের কোষ সমষ্টিগতভাবে চুপসে গিয়ে মরে যায়। পাতায় এই ধরনের দাগ দেখা দিলে গাছটি ভাইরাস দ্বারা আক্রান্ত হয়েছে বলে মনে করতে হবে।

(4) **কার্লিং** (Curling) : আক্রান্ত গাছের পাতা কুঁকড়ে গেলে সেটিও ভাইরাস ঘটিত রোগ বলে মনে করতে হবে। তামাক পাতায় লিফ-কার্ল এজাতীয় একটি রোগ।

(5) **খর্বাকৃতি লাভ ও পাতার আয়তন হ্রাস** (Stunted growth and reduction in the size of the leaves) : এগুলিও ভাইরাসঘটিত রোগের অন্যতম উপসর্গ।

1.16. ভারতে গাছের ভাইরাসঘটিত রোগ [Virus diseases of plants in India]

সাধারণত শস্য উৎপাদনকারী উদ্ভিদগুলিই ভাইরাস দ্বারা সর্বাধিক আক্রান্ত হয়। উদ্ভিদের মোজাইক রোগ ভাইরাসঘটিত রোগের মধ্যে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ। তামাক, আখ, টমেটো, পেঁপে প্রভৃতি উদ্ভিদে ভাইরাস রোগের প্রাদুর্ভাব খুব বেশী। তবে প্রাণশক্তি হ্রাস বা খর্বাকার প্রাপ্তি ঘটলেও এইসব রোগে আক্রান্ত উদ্ভিদের মৃত্যু ঘটে না।

শস্য উৎপাদক উদ্ভিদের পাতা কুঁকড়ে যাওয়া বা তাতে হলুদ ছোপ পড়া ভারতের কৃষি-ক্ষেত্রগুলির অতি সাধারণ দৃশ্য। ভারতে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ভাইরাসঘটিত রোগ হল আখের মোজাইক ও লম্বালম্বি দাগ পড়া রোগ (mosaic and streak disease of sugar cane), তামাকের পাতা গুটিয়ে যাওয়া রোগ (leaf-curl disease of tobacco), কুমড়োজাতীয় গাছের মোজাইক রোগ, আলুর পাতা গুটিয়ে যাওয়া রোগ। ভারতে ভাইরাস ঘটিত রোগগুলির মধ্যে এই সব রোগ অন্যতম।

1.17. ভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণ [Control of virus diseases]

নিম্নলিখিত উপায়ে ভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণ সম্ভব :

(1) ভাইরাস আক্রমণের শিকার হয়নি এমন বীজ নির্বাচন করতে হবে।

(2) আক্রান্ত গাছ ধ্বংস করে বা তাদের পৃথক করে ভাইরাস নিয়ন্ত্রণ সম্ভব।

(3) ভাইরাস আক্রমণ প্রতিরোধক্ষম ভ্যারাইটির গাছ সৃষ্টি করতে হবে।

(4) কীটনাশকের ব্যবহার দ্বারা কীটপতঙ্গ ধ্বংস করে চারপাশকে পতঙ্গমুক্ত করতে হবে।

(5) কোয়ারেনটাইন (quarentine) পদ্ধতি অনুসরণ করে রোগাক্রান্ত উদ্ভিদের অনুপ্রবেশ বন্ধ করতে হবে।

(6) এছাড়া ভাইরাস রোগকে দমন করার মতো ক্ষমতার অধিকারী ছত্রাক ও ব্যাকটিরিয়া ব্যবহার করে ভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণ সম্ভব। দমনকারীরা ভাইরাসের দেহের চেয়ে পোষকের দেহেই বেশী কর্মক্ষম।

(7) এক্স-রে বা তাপপ্রয়োগে ভাইরাসকে নিষ্ক্রিয় করে ভাইরাস রোগ নিয়ন্ত্রণ সম্ভব।

1.18. ভাইরাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব [Economic significance of viruses]

উদ্ভিদ এবং মানুষসহ অন্যান্য প্রাণীর নানারূপ রোগ সৃষ্টিকারী জীবাণু হিসাবে ভাইরাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব অপরিসীম। ভাইরাস যে শস্যের প্রভূত ক্ষতি করে তাই নয়, সময় মতো

রোগ নিয়ন্ত্রণ করার দিকে নজর না দিলে অভাবনীয় ক্ষতির সম্ভাবনা থাকে। তবে একথা সত্যি যে আজকাল আমরা কেবল ভাইরাসের ক্ষতিকারক দিকের উপরেই বেশী গুরুত্ব দিই—এদের দ্বারা যে উপকৃতও হতে পারি এমন চিন্তা মাথায়ই আসে না। সাম্প্রতিক কালে বিজ্ঞানীরা দেখিয়েছেন, বিশেষ বিশেষ ভাইরাস ব্যবহার করে বিপজ্জনক ও ক্ষতিকর পতঙ্গ দমন করা সম্ভব। প্রকৃতপক্ষে এটি ভগবানের আশীর্বাদ। কেননা মানুষ বিভিন্ন ধরনের পতঙ্গ দ্বারা ক্রমাগত অত্যাচারিত হয়ে আসছে। তাছাড়া জীবদেহে ভাইরাসরোগের প্রতিরোধ গড়ে তোলার জন্যে অনেকক্ষেত্রে ভাইরাসকেই অ্যান্টিডোট হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এদিক থেকে **এডওয়ার্ড জেনার** (Edword Jenner) হলেন পথিকৃৎ। তিনিই প্রথম গরুর বসন্ত ভাইরাস থেকে ভ্যাকসিন তৈরীর পদ্ধতি আবিষ্কার করেন।

1.19. ভাইরাস ও কোষযুক্ত জীবের পার্থক্য [Differences between virus and cellular organism]

ভাইরাস	কোষযুক্ত জীব
1. সাইটোপ্লাজম নেই।	1. সাইটোপ্লাজম আছে।
2. নিউক্লিয়স নেই।	2. নিউক্লিয়স আছে।
3. জৈব উপাদানের মধ্যে কেবল প্রোটিন ও নিউক্লিক অ্যাসিড বর্তমান।	3. প্রোটিন ও নিউক্লিক অ্যাসিড ছাড়াও প্রায় সব রকমের জৈব উপাদান বর্তমান।
4. DNA অথবা RNA—অর্থাৎ যে কোন একটি নিউক্লিক অ্যাসিড বর্তমান।	4. DNA ও RNA উভয় নিউক্লিক অ্যাসিডই বর্তমান।
5. প্রোটিন ও নিউক্লিক অ্যাসিডের পৃথক সংশ্লেষ ও সংগঠনের মাধ্যমে বৃদ্ধি ঘটে।	5. কোষমধ্যস্থ বস্তুসমূহের সামগ্রিক সংশ্লেষের দ্বারা কোষের বৃদ্ধি ঘটে।
6. ভাইরাস থেকে ভাইরাস উৎপন্ন হয় না (পোষক দেহের বাইরে)।	6. কোষ থেকেই কোষ উৎপন্ন হয়।
7. শুধুমাত্র নিউক্লিক অ্যাসিড ভাইরাস সৃষ্টি করতে পারে।	7. শুধুমাত্র নিউক্লিক অ্যাসিড কোষ সৃষ্টি করতে পারে না—কোষের জৈব উপাদান-গুলি সম্মিলিতভাবে কোষ সৃষ্টি করে।

ব্যাকটিরিয়া

1.20. ব্যাকটিরিয়া কাকে বলে ? [What are bacteria ?]

ব্যাকটিরিয়া প্রকৃতপক্ষে 'জার্ম' বা 'মাইক্রোব' (microbe) নামে পরিচিত অত্যন্ত বৈশিষ্ট্য-পূর্ণ এককোষী অণুবীক্ষণিক জীব। উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয় বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন ক্ষুদ্রতম ও সরলতম জৈববস্তুর প্রতিভূ হল ব্যাকটিরিয়া। এদের প্রকৃত নিউক্লিয়স নেই। এরা কেবল দ্বিভাজন পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়। সচরাচর উদ্ভিদরাজ্যের অন্তর্ভুক্ত করা হলেও তার অর্থ এই নয় যে এরা প্রাণীর চেয়ে উদ্ভিদের নিকটতম জীব। নিজেদের সুবিধার জন্যেই ব্যাকটিরিয়াকে উদ্ভিদ রাজ্যের অন্তর্ভুক্ত করা হয়ে থাকে।

1.21. ঐতিহাসিক বিবরণ [Historical background]

1665 খ্রীষ্টাব্দের 10ই জুন জীবাণু বিজ্ঞানের ইতিহাসে একটি স্মরণীয় দিন। ঐদিন নিজ হাতে তৈরী অত্যন্ত সরল এক অণুবীক্ষণ যন্ত্রে একবিন্দু জল পরীক্ষা করার সময় লেন্স

উৎপাদক ডাচ্ বিজ্ঞানী **অ্যাণ্টন ফন্ লিউয়েনহক** দৈবক্রমে ব্যাকটিরিয়া আবিষ্কার করেন। এরপরও প্রায় দুই শতাব্দীকাল ধরে ব্যাকটিরিয়া সম্বন্ধে তেমন ধ্যান-ধারণা গড়ে ওঠেনি যতদিন পর্যন্ত না **লুই পাস্তর** (Louis Pasteur, 1882-1892) ও **রবার্ট কক্** (Robert Kock, 1843-1910) দেখালেন, এইসব জীবাণু মানুষের দেহে রোগ সৃষ্টি করতে পারে। বস্তুতঃ রবার্ট কক-ই সন্দেহাতীতভাবে রোগের সঙ্গে ব্যাকটিরিয়ার সম্বন্ধ প্রমাণ করেন। এদিকে ব্যাকটিরিয়ার রোগাক্রমণ ক্ষমতা প্রতিহত করতে কার্বোলিক অ্যাসিডের ক্ষমতা প্রদর্শন দ্বারা প্রকৃতপক্ষে **জোসেফ লিস্টার** (Joseph Lister) অ্যাণ্টিসেপটিক সার্জারির ভিত্তিপ্রস্থর স্থাপন করেন। এরপর থেকে আজপর্যন্ত প্রায় 2,500 রকমের ব্যাকটিরিয়াকে সনাক্ত করে তাদের পূর্ণ বিবরণ লিপিবদ্ধ করা সম্ভব হয়েছে।

1.22. ব্যাকটিরিয়ার চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য [Characteristics of Bacteria]

নিম্নলিখিত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের সাহায্যে ব্যাকটিরিয়াকে অন্যান্য জীব থেকে আলাদা করা সম্ভব।

(1) ব্যাকটিরিয়া 3μ-এরও কম প্রস্থবিশিষ্ট এককোষী জীব।
(2) ব্যাকটিরিয়ার দেহে ক্লোরোফিল নেই।
(3) নিউক্লিয়সের বাইরে কোন নিউক্লীয় পর্দা থাকে না।
(4) মাইটোকনড্রিয়া ও ভ্যাকুওল অবর্তমান।
(5) প্রধানত দ্বিভাজন পদ্ধতিতে বংশবিস্তার করে।
(6) ব্যাকটিরিয়া কেবল তরল খাদ্যই গ্রহণ করতে পারে।
(7) ফাজভাইরাসের প্রতি এরা অত্যন্ত সংবেদনশীল।

1.23. বাসস্থান অর্থাৎ ব্যাকটিরিয়া কোথায় বাস করে? [Occurrence or where do bacteria live ?]

অল্প আর্দ্রতা সম্পন্ন যে কোন জায়গায় ব্যাকটিরিয়া বাঁচতে পারে। জলে, স্থলে, অন্তরীক্ষে, আবর্জনায় এমনকি উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহের ভিতরে বা বাইরে সমভাবে এরা বেঁচে থাকে। সর্বনিম্ন $-190°C$ উষ্ণতায় যেমন এরা বেঁচে থাকতে পারে তেমনি $78°C$ উষ্ণতায় ফোটালেও এরা মরে না। অর্থাৎ ব্যাকটিরিয়ার উষ্ণতা-তারতম্য সহ্য করার ক্ষমতা অত্যন্ত প্রকট।

1.24. জীবজগতে ব্যাকটিরিয়ার স্থান [Systematic Position]

ছত্রাকের সঙ্গে ব্যাকটিরিয়ার সাদৃশ্য যেমন আছে তেমনি বৈসাদৃশ্যও আছে প্রচুর। কাইটিনযুক্ত কোষপ্রাকার, ক্লোরোফিল না থাকা এবং মৃতজীবীয় পুষ্টি পদ্ধতি দেখে ব্যাকটিরিয়াকে ছত্রাকের সমগোত্রীয় বলে মনে হয়। কিন্তু এদের অতি ক্ষুদ্র আকৃতি, একটিমাত্র কোষ দিয়েই দেহ গঠন করার প্রয়াস, সুনির্দিষ্ট নিউক্লিয়সের অনুপস্থিতি, এমনকি আইনমাফিক কেবল ভাজন (fission)* পদ্ধতিতেই জননক্রিয়া সম্পাদন প্রভৃতি বিশেষ বিশেষ চরিত্রগত লক্ষণগুলি

---

* কেবল ভাজন পদ্ধতি অনুসরণ করে বলে এদের "ভাজন ছত্রাক" (Fission fungi) বা **সাইজোমাইসেটিজ** (Schizomycetes) নামকরণ যুক্তিসঙ্গত।

বিবেচনা করলে ছত্রাক থেকে এদের পার্থক্য ধরা পড়ে। এদিকে আবার **নীলাভ সবুজ শেওলার** (Blue-green algae) সঙ্গেও ব্যাকটিরিয়ার সম্বন্ধ আছে বলে কেউ কেউ মনে করেন।

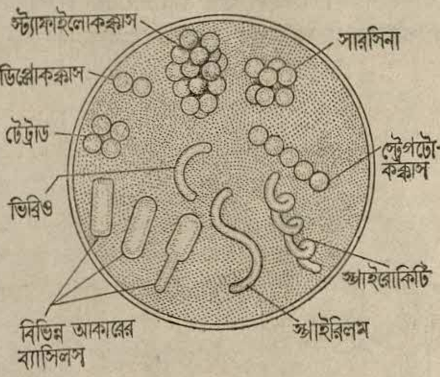
যাইহোক, আধুনিককালে জীবাণুবিজ্ঞানীরা জীবজগতে ব্যাকটিরিয়ার স্থান নির্দেশ করেছেন এইভাবে—

ডিভিসান (Division)—**থ্যালোফাইটা** (Thallophyta)
সাব-ডিভিসান (Sub-division)—**ছত্রাক** বা **ফানজাই** (Fungi)
ক্লাস বা **শ্রেণী** (Class)—**সাইজোমাইসেটিজ** (Schizomycetes)।

1.25. ব্যাকটিরিয়ার শ্রেণীবিভাগ অর্থাৎ ব্যাকটিরিয়া দেখতে কেমন? [Classification—How do bacteria look like ?]

আকৃতি অনুসারে ব্যাকটিরিয়া মোটামুটি চারটি ভাগে বিভক্ত।

(1) **কক্কাস** (Coccus, গ্রীক *Kokkos* = বেগুণজাতীয় ; Pl—Cocci) : এগুলি দেখতে মোটামুটি গোলাকার। কোষগুলি পৃথক পৃথক ভাবে অথবা শিকলের মতো পরস্পর জোড়া থাকতে পারে ; কোন কোন ক্ষেত্রে আবার আঙুর গুচ্ছের মতো সজ্জিত থাকে। যে সব ব্যাকটিরিয়ার কোষগুলি এককভাবে অর্থাৎ আলাদা আলাদা থাকে তাদের **মাইক্রোকক্কাস** (Micrococcus), দুটি একত্রে থাকলে তাদের **ডিপ্লোকক্কাস** (Diplococcus), শিকলের মতো জোড়া থাকলে তাদের **স্ট্রেপটোকক্কাস** (Streptococcus) বলে। যেগুলিকে আঙুরের থোকার মতো দেখতে তারা হল **স্ট্যাফাইলোকক্কাস** (Staphylococcus), আর যারা দেখতে ঘণকাকৃতি থলির মতো তাদের **সারসিনা** (Sarcina) বলে।



চিত্র : 1·7. বিভিন্ন আকৃতির ব্যাকটিরিয়া

(2) **ব্যাসিলস** (Bacillus, গ্রীক—*bacillus* = ছোট একটি দণ্ড ; Pl—Bacilli) : এরা দেখতে বেলনাকার বা দণ্ডাকার। এদের দেহে এক বা একাধিক ফ্ল্যাজেলা থাকে। যেমন—ব্যাসিলস টাইফি, ইশ্চেয়ারিচিয়া কোলাই প্রভৃতি।

(3) **স্পাইরিলম*** (Spirillum, গ্রীক—*Speira* = কুণ্ডলী ; Pl—Spirilla) : এরা দেখতে কর্ক-স্ক্রু-র মতো। এদের দেহপ্রান্তে এক বা একাধিক ফ্ল্যাজেলা থাকে। যেমন—স্পাইরিলম, মাইক্রোস্পাইরা ইত্যাদি।

(4) **ভিব্রিও** (Vibrio or Coma) : এরা দেখতে ',' চিহ্নের মতো। এদের ভিব্রিও বা কমা ব্যাসিলস বলে। যেমন—ভিব্রিও কলেরি।

* আরো বেশী প্যাঁচানো দৃঢ় কোষ-প্রাকার বিহীন বস্তুগুলিকে স্পাইরোকিটি বলে। নিশ্চিত করে কিছু বলা না গেলেও এদের প্রকৃতি ব্যাকটিরিয়ার মত।

আকৃতি দেখে ব্যাকটিরিয়াকে সব সময় চেনা যায় না। সঠিকভাবে সনাক্ত করার জন্য বিশেষ ধরনের **স্টেন** (Stain) ব্যবহার করতে হয়। ক্রিষ্টাল ভায়োলেট ও আয়োডিন দিয়ে তৈরী **গ্রাম স্টেন** (Gram Stain) এদের মধ্যে অন্যতম। গ্রাম স্টেনের সংস্পর্শে **গ্রাম পজিটিভ** (Gram positive অর্থাৎ '+') ব্যাকটিরিয়া রঙ্গীন হয়। কিন্তু **গ্রাম নিগেটিভ** (Gram negative অর্থাৎ '—') ব্যাকটিরিয়ার রং ধরে না।

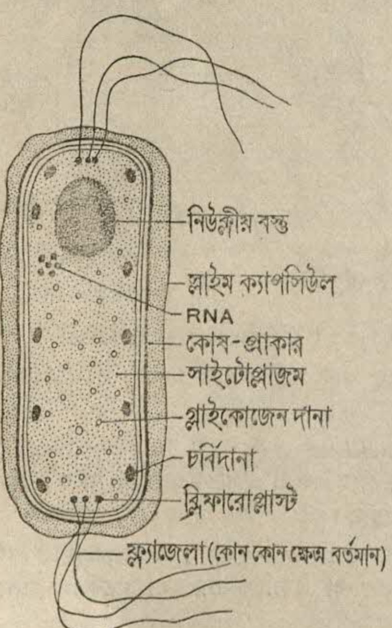
1.26. ব্যাকটিরিয়ার আয়তন [Size of bacteria]

ব্যাকটিরিয়ার আয়তনের তারতম্য লক্ষ্য করার মতো। ব্যাকটিরিয়া কোষের দৈর্ঘ্য 0.1μ—10 (80)μ হতে পারে। তবে কোন কোন স্পাইরিলমকে 500μ পর্যন্ত দীর্ঘ হতে দেখা গেছে। দণ্ডাকার ব্যাকটিরিয়া প্রস্থে 0·2—2μ হয়।

1.27. ব্যাকটিরিয়া কোষের গঠন [Structure of a bacterial cell]

আদর্শ একটি ব্যাকটিরিয়ম কোষের গঠন নিম্নরূপ ঃ

(1) **ক্যাপসিউল** (Capsule)ঃ কোন কোন ব্যাকটিরিয়ার কোষের বাইরে যে হড়হড়ে জেলির মত **পিচ্ছিল স্তর** (slime layer) অর্থাৎ আবরণ থাকে তাকে ক্যাপসিউল বলে। ক্যাপসিউল ব্যাকটিরিয়া কোষের অপরিহার্য অঙ্গ না হলেও, রোগ সৃষ্টিকারী ব্যাকটিরিয়া, যেমন নিউমোকক্কাস-এর ক্ষেত্রে এর গুরুত্ব অপরিসীম। বায়ুর দ্বারা বাহিত হবার সময় এই ক্যাপসিউল আবরণটিই শুখিয়ে যাবার হাত থেকে ব্যাকটিরিয়ার কোষকে রক্ষা করে। ক্যাপসিউলটি প্রধানত **পলিস্যাকারাইড ও পলিপেপটাইড** দ্বারা গঠিত।



চিত্র ঃ 1.8. একটি আদর্শ ব্যাকটিরীয় কোষের গঠন

(2) **কোষ-প্রাকার** (Cell-wall)ঃ ব্যাকটিরিয়া কোষের বাইরে অপেক্ষাকৃত কঠিন, স্থিতিস্থাপক ও পুরু আবরণটি কোষ-প্রাকার। ব্যাকটিরিয়াতেও যে উদ্ভিদের মতো কোষ-প্রাকার আছে* এই সত্যটি 1944 খ্রীষ্টাব্দে **রবিনো** (Robinow) প্রমাণ করেন। রাসায়নিক গঠনের বিচারে কোষ-প্রাকার অন্যান্য উদ্ভিদেও মতো সেলুলোজ বা কাইটিন (chitin) নির্মিত নয়—প্রধানত পলি-স্যাকারাইড দ্বারা গঠিত। এতে গ্লুকোজ, গ্যালাকটোজ, ম্যানোজ প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার শর্করা থাকে। তাছাড়া মিউরামিক অ্যাসিড (muramic acid) ব্যাকটিরিয়া কোষের অন্যতম গঠনগত উপাদান। ইলেকট্রন

* ব্যতিক্রম—মিক্সোব্যাকটিরিয়া ও স্পাইরোকিটিস।

অণুবীক্ষণ যন্ত্রে কোষ-প্রাকারকে দানাময় বস্তু বলে মনে হয়। কোষ-প্রাকার ব্যাকটিরিয়াকে আকৃতি দান করে এবং বাইরের আঘাত থেকে রক্ষা করে।

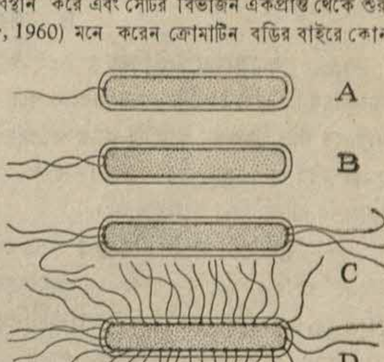
(3) **সাইটোপ্লাজমীয় পর্দা**: (Cytoplasmic membrane) কোষ-প্রাকারের ভিতরে এবং সাইটোপ্লাজমকে ঘিরে একটি অর্ধভেদ্য সাইটোপ্লাজমীয় পর্দা আছে। এটি 20—40Å পুরু। প্রকৃতপক্ষে এটি সাইটোপ্লাজমেরই পরিবর্তিত বহিঃস্তর।

(4) **সাইটোপ্লাজম** (Cytoplasm): ব্যাকটিরিয়া কোষের প্রোটোপ্লাজম নিউক্লিও-প্লাজম (কেরিওপ্লাজম) ও সাইটোপ্লাজমে বিভক্ত। সাইটোপ্লাজম অর্ধতরল বর্ণহীন জেলির মতো অর্ধস্বচ্ছ পদার্থ। সাইটোপ্লাজম সাইটোপ্লাজমীয় পর্দা ও নিউক্লীয় বস্তুর অন্তর্বর্তী স্থান পূর্ণ করে রাখে। ব্যাকটিরিয়া কোষের সাইটোপ্লাজমে বিচিত্র ধরনের কতকগুলি দানাময় বস্তু দেখা যায়। এগুলি প্রধানতঃ ফ্যাট, প্রোটিন ও গ্লাইকোজেন। সাইটোপ্লাজমে মাইটোকনড্রিয়া, গলগিবস্তু, এণ্ডোপ্লাজমীয় জালক প্রভৃতির সঙ্গে প্রচুর রাইবোজোম থাকে।

(5) **নিউক্লীয় বস্তু** (Nuclear material): ব্যাকটিরিয়া কোষে প্রকৃত নিউক্লিয়াস থাকে না। তবে সেখানে **নিউক্লিয়য়েড** (nucleoid) নামে নিউক্লিয়াসের মতো বিশেষ একটি অংশ বর্তমান। একে **প্রারম্ভিক নিউক্লিয়াস** বলা হয়। নিউক্লিয়য়েড একটিমাত্র DNA অণু ও নিউক্লীয়প্রোটিন দ্বারা গঠিত। DNA আবরণীবদ্ধ নয় অর্থাৎ এখানে কোন নিউক্লীয় আবরণ নেই। ফলে নিউক্লিয়য়েড সাইটোপ্লাজমের সঙ্গে সরাসরি যোগাযোগ রক্ষা করে চলে।

ব্যাকটিরিয়া কোষে নিউক্লিয়াস আছে কি নেই এ নিয়ে অনেক বিতর্কের ঝড় বয়ে গেছে। 1911 খ্রীষ্টাব্দে **ডোবেল** (Dobeil) একে নিউক্লিয়াসের পরিব্যাপ্তি বা ছড়িয়ে থাকা দশা বলে অনুমান করলেও 1942 খ্রীষ্টাব্দে **লিণ্ডেনগ্রীন** (Lindengreen) এই চিন্তাধারার সমালোচনায় মুখর হন। অনেকের মতে এটি একধরনের আদি নিউক্লিয়াস যাকে **প্রারম্ভিক নিউক্লিয়াস** (Incipient nucleus) বা **কেন্দ্র বস্তু** (Central body)-র সঙ্গে তুলনা করা চলে। এছাড়া আর একটি মতে সমস্ত কোষটিকেই একটি **নগ্ন নিউক্লিয়াস** (Naked nucleus) অর্থাৎ উন্নত জীবের নিউক্লিয়াসের আদি দশার প্রতিভূ বলে মনে করা হয়।

যাইহোক **রোবিনো** (1944) ব্যাকটিরিয়া কোষে ক্রোমাটিন পদার্থ সনাক্ত করেছেন। তাঁর মতে ক্রোমাটিন পদার্থ সাইটোপ্লাজমের মধ্যেই পৃথকভাবে অবস্থান করে এবং সেটির বিভাজন একপ্রান্ত থেকে শুরু হয়। এদিকে **কোলেনবারজার** (Kollenberger, 1960) মনে করেন ক্রোমাটিন বডির বাইরে কোন আবরণ নেই—তাছাড়া এটি মাইটোসিস পদ্ধতিতে নয় বরং লম্বালম্বি দুভাগে ভাগ হয়। **ইশ্চেরারিচিয়া কোলাই**-এ একটিমাত্র চক্রাকার ক্রোমোজোম সনাক্ত করা গেছে (চিত্র: 1.4)।



চিত্র: 1.9. ব্যাকটিরিয়া কোষে ফ্ল্যাজেলার সজ্জাপদ্ধতি

(6) **ভ্যাকুওল** (Vacuole): ব্যাকটিরিয়া কোষের সাইটোপ্লাজমে এক বা একাধিক ভ্যাকুওল বর্তমান। কোষের মধ্যেই সৃষ্টি হয়েছে এমন সব সঞ্চয়ী খাদ্য ভ্যাকুওল রসে দ্রবীভূত থাকে।

(7) **ফ্ল্যাজেলা** (Flagella): কোন কোন ব্যাকটিরিয়ার কোষে এক বা একাধিক ফ্ল্যাজেলা থাকে। এগুলি কোষের একপ্রান্তে, দুপ্রান্তে অথবা চারদিকে সাজান থাকে। ব্লিফারোপ্লাস্ট (Blepharoplast) নামে দানাময় বিশেষ এক বস্তু থেকে এগুলি গঠিত হয়।

ফ্ল্যাজেলা চাবুকের মতো দেখতে। এদের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল, এক একটি ফ্ল্যাজেলম এক একটি সরু ফাইব্রিল (fibril) দ্বারা গঠিত। অন্যান্য জীবদেহে প্রায় এগারটি পর্যন্ত ফাইব্রিল একত্রে একটি ফ্ল্যাজেলম গঠন করে। ব্যাকটিরিয়ার এক একটি ফ্ল্যাজেলম দৈর্ঘ্যে $4-5\mu$ এবং প্রস্থে 120Å। **ফ্ল্যাজেলাগুলি ব্যাকটিরিয়ার একমাত্র চলনঅঙ্গ।**

1.28. ব্যাকটিরিয়ার পুষ্টি [Nutrition of bacteria]

কোন কোন ব্যাকটিরিয়া **স্বভোজী** (autotrophic) হলেও অধিকাংশই **পরভোজী** (heterotrophic)। পরভোজী ব্যাকটিরিয়া উদ্ভিদ বা প্রাণীদেহে **পরজীবী রূপে** অথবা মৃত জৈব পদার্থের উপর **মৃতজীবী রূপে** বাস করে। পুষ্টি পদ্ধতি অনুযায়ী ব্যাকটিরিয়া চার রকমের—যেমন (1) **মেটাট্রফিক** (Metatrophic), (2) **প্যারাট্রফিক** (Paratrophic), (3) **কেমোঅটোট্রফিক** (Chemoautotrophic) এবং **ফোটোট্রফিক** (Phototrophic)।

A. পরভোজী

(1) **মেটাট্রফিক :** সজীব বস্তুর খাদ্যোপাদান বা তাদের তৈরী খাদ্য-সামগ্রীর উপর নির্ভরশীল ব্যাকটিরিয়াকে মেটাট্রফিক বলে। এই জাতীয় ব্যাকটিরিয়া **মৃতজীবী** (saprophyte) কিংবা **আংশিক পরজীবী** (partial parasite)। এরা নিজ দেহ নির্গত নানাপ্রকার এনজাইম খাদ্যে মিশিয়ে তাকে জীর্ণ করার পর সেই খাদ্য ব্যাপন ক্রিয়ায় নিজদেহে শোষণ করে।

(2) **প্যারাট্রফিক :** রোগ-সৃষ্টিকারী পূর্ণ পরজীবী ব্যাকটিরিয়াকে প্যারাট্রফিক বলে। এক্ষেত্রে পোষক (Host) বা আশ্রয়দাতার দেহ থেকে পাচিত খাদ্য শোষণ করে ব্যাকটিরিয়া বেঁচে থাকে।

B. স্বভোজী

(3) **কেমোঅটোট্রফিক :** এই জাতীয় ব্যাকটিরিয়া স্বভোজী হিসাবে মাটিতে বাস করে। এরা জৈব উপাদান ব্যবহার করে না। তবে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ দ্বারা যে শক্তি উৎপাদন করে তা কাজে লাগিয়েই এরা স্বভোজীর মতো অজৈব উপাদান থেকে প্রয়োজনীয় খাদ্য প্রস্তুত করে নেয়। এদের মধ্যে নাইট্রিফাইং, ডিনাইট্রিফাইং, আয়রণ ও সালফার ব্যাকটিরিয়া উল্লেখযোগ্য।

(4) **ফোটোঅটোট্রফিক :** এই জাতীয় ব্যাকটিরিয়া দেখতে লাল, কমলা এমনকি সবুজ বর্ণের। এদের দেহে ম্যাগনেসিয়মঘটিত পদার্থ **ব্যাকটিরিওপারপিউরিন** (Bacterioparpurine) ও **ব্যাকটিরিওক্লোরোফিল** (Bacteriochlorophyll) নামে প্রায় ক্লোরোফিলের মতো রঙ্গক পদার্থ থাকে। এগুলির সাহায্যে অনেকটা সালোকসংশ্লেষের মতোই বিশেষ এক প্রক্রিয়ায় অজৈব উপাদান (যেমন—হাইড্রোজেন সালফাইড) থেকে এইসব ব্যাকটিরিয়া খাদ্য উৎপাদন করে। লক্ষ্য করার বিষয় অজৈব উপাদান জারিত (Oxidised) হলেও এই প্রক্রিয়ায় অক্সিজেন যুক্ত হয় না—কেননা হাইড্রোজেন অপসারণ দ্বারাই জারণ ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

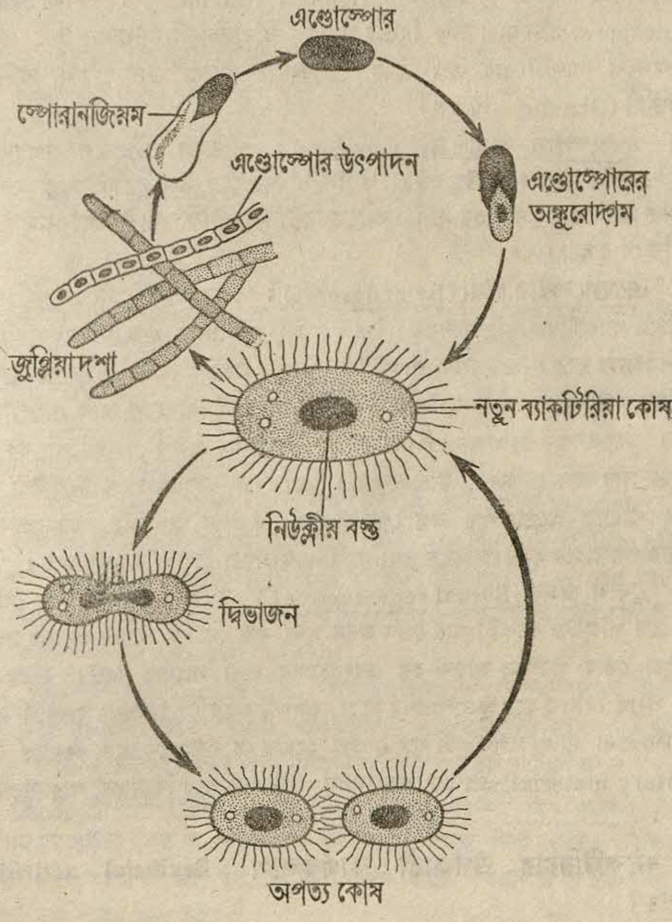
1.29. ব্যাকটিরিয়ার জনন [Reproduction of Bacteria]

ব্যাকটিরিয়া **অঙ্গজ, অযৌন** ও **যৌন** প্রক্রিয়ায় দ্রুত বংশবৃদ্ধি করে।

(1) **অঙ্গজ জনন** (Vegetative reproduction) : অঙ্গজ জনন প্রধানত দুটি পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়। যেমন—

(a) **মুকুলোদগম দ্বারা** (By budding) : **বিসেট ও হেল** (Bisset and Hale)-এর মতে **বিজিডি ব্যাকটিরিয়ম বাইফিডাস** মুকুল উৎপাদন দ্বারা বংশবৃদ্ধি করে।

(b) **বিভাজন দ্বারা** (By fission) : প্রায় সমস্ত ব্যাকটিরিয়াই এই সাধারণ পদ্ধতিতে বংশবৃদ্ধি করে। প্রকৃতপক্ষে এটি **দ্বিভাজন** (Binary fission) পদ্ধতি (চিত্র : 1.10)।



চিত্র : 1.10 ব্যাকটিরিয়ার দ্বিভাজন ও এণ্ডোস্পোর দ্বারা অযৌন জনন পদ্ধতি

এই প্রক্রিয়ার সুরুতে দণ্ডাকার ব্যাকটিরীয় কোষের সাইটোপ্লাজম কোষের মাঝ বরাবর আড়া-

আড়ভাবে সঙ্কুচিত হয় এবং সেই সঙ্গে দু'দিক থেকে দুটি প্রস্থপ্রাকার (transverse wall) গঠিত হতে থাকে। প্রস্থপ্রাকার সম্পূর্ণ হবার পর দুই অংশ বিচ্ছিন্ন হয়ে গেলে দুটি পৃথক অপত্য কোষের জন্ম হয়। শৃঙ্খলাবদ্ধ বা গুচ্ছাকারে বিন্যস্ত ব্যাকটিরিয়ায় অপত্য কোষগুলি পৃথক হয় না। গোলাকার ব্যাকটিরিয়ার যে কোন তলে (plane) বিভাজন শুরু হতে পারে। অনুকূল পরিবেশে ব্যাকটিরিয়ার কোষ এইভাবে বিভাজিত হয়ে দ্রুত বংশবৃদ্ধি করে চলে।

(2) **অযৌন জনন** (Asexual reproduction): প্রতিকূল পরিবেশে অযৌন জনন অনুসৃত হয়। নিম্নলিখিত বিশেষ কতকগুলি রেণু উৎপাদন দ্বারা ব্যাকটিরিয়া অযৌন জনন সম্পাদন করে।

(a) **কনিডিয়া দ্বারা** (By conidia): **স্ট্রেপটোমাইসিজ** নামে ব্যাকটিরিয়া রেণুর মতো কতকগুলি শৃঙ্খলাবদ্ধ **কনিডিয়া** (Conidia) বা **কনিডিওস্পোর** (Conidiospore) গঠন দ্বারা বংশ বিস্তার করে। কনিডিয়াগুলি দ্বিভাজন পদ্ধতিতে অল্প সময়ে অসংখ্য ব্যাকটিরিয়ার জন্ম দেয়। সূতাকার ব্যাকটিরিয়ার সচল কনিডিয়াকে **গোনিডিয়া** (Gonidia) বলা হয়।

(b) **জুওস্পোর দ্বারা** (By zoospore): প্রতিকূল পরিবেশে স্পোরের মতো দেখতে কতকগুলি সচল বস্তু গঠিত হয়। এগুলি পরিণত হয়ে নতুন ব্যাকটিরিয়ার জন্ম দেয়। এই পদ্ধতি সচরাচর অনুসৃত হয় না। **আজোটোব্যাকটার, রাইজোবিয়াম** প্রভৃতিতে এই পদ্ধতি দেখা যায়।

(c) **এণ্ডোস্পোর দ্বারা** (By endospore): প্রতিকূল পরিবেশে উপযুক্ত খাদ্যের অভাব ঘটলে ব্যাকটিরিয়া জুগ্লিয়া দশায় (চিত্র: 1.10) রূপান্তরিত হয়ে এণ্ডোস্পোর উৎপাদন দ্বারা বংশ বিস্তার করে। এই সময় ব্যাকটিরিয়া-কোষের প্রোটোপ্লাস্ট সংকুচিত হয়ে গোলাকার বা ডিম্বাকার লাভ করে। এর চারদিকে একটি পুরু আবরণ তৈরী হলে তাকে **এণ্ডোস্পোর** বলা হয়। এণ্ডোস্পোর উৎপাদনকারী কোষকে স্পোরানজিয়ম বলে। এণ্ডোস্পোরের প্রতিকূল আবহাওয়া সহ্য করার ক্ষমতা উল্লেখযোগ্য। প্রতিকূল আবহাওয়া কাটিয়ে উঠে অনুকূল পরিবেশে পরিণত এণ্ডোস্পোর জল শোষণ করে; তারপর অঙ্কুরিত হয়ে কোষ-প্রাকার ভেদ করার পর বাইরে বেরিয়ে আসে এবং নতুন ব্যাকটিরিয়া রূপে জীবন শুরু করে।

(3) **যৌন জনন** (Sexual reproduction): ব্যাকটিরিয়ায় কদাচিৎ যৌন জনন ঘটে। গ্রাম পজিটিভ ব্যাকটিরিয়ায় যৌন জনন লক্ষ্য করা গেছে। যৌন জননের সময় দুটি ব্যাকটিরিয়া কোষ পরস্পর আকৃষ্ট হয় এবং তাদের মধ্যে সংযোগ ঘটে। উভয় কোষের অন্তর্বর্তী পদার্থ মিলিত হয়ে জুওস্পোরের মতো অঙ্গ গঠিত হয়। মিলনের পরবর্তী ধাপগুলি সম্বন্ধে সঠিক তথ্য না থাকলেও এটা ধরে নেওয়া হয়েছে যে, উভয় কোষের বংশগত উপাদান (hereditary material)-এর আংশিক মিলন ঘটে এবং পরে দ্বিভাজন দ্বারা নতুন কোষ সৃষ্টি হয়।

1.30. ব্যাকটিরিয়ার উপকারী কার্যকলাপ [Benificial activities of Bacteria]

মানুষের কাছে ব্যাকটিরিয়া অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ জীব। নানারকম রোগ সৃষ্টি করতে এরা সিদ্ধহস্ত বলে সাধারণত এদের অপকারী জীব হিসাবেই চিহ্নিত করা হয়ে থাকে। তবু এদের মধ্যে

কোন কোনটি মানুষের উপকারে লাগে এমন সব কার্যকলাপের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত থাকে বলে তারা উল্লেখের দাবী রাখে। নীচে এদের কয়েকটি উপকারী কার্যকলাপ সম্বন্ধে উল্লেখ করা হল।

(1) **উর্বরা শক্তি বৃদ্ধিতে ব্যাকটিরিয়া** (Bacteria increase soil fertility) : অ্যাজোটোব্যাকটার, নাইট্রোব্যাকটার, ক্লসট্রিডিয়ম প্রভৃতি ব্যাকটিরিয়া জমিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ বাড়িয়ে জমির উর্বরা শক্তি বৃদ্ধি করে। অজীবীয় পরিবেশে অ্যামোনিফাইং ব্যাকটিরিয়া দ্বারা কতকগুলি নাইট্রোজেনঘটিত জৈব পদার্থের পচন (Putrefaction) শুরু হয়। এর ফলে মাটির নাইট্রোজেন মাত্রা বৃদ্ধি পায়। রাইজোবিয়ম নামে মিথোজীবী ব্যাকটিরিয়া শিম্বীগোত্রীয় উদ্ভিদমূলে **অর্বুদ** (Nodule) সৃষ্টি করে এবং তাতে বাতাসের মুক্ত নাইট্রোজেনকে আবদ্ধ করে। এই অর্বুদ মাটির সঙ্গে মিশলে জমির উর্বরা শক্তি বৃদ্ধি পায়।

(2) **শিল্পসামগ্রী উৎপাদনে ব্যাকটিরিয়া** (Bacteria related to the industrial products) : বিভিন্ন শিল্পে ব্যাকটিরিয়ার বিপাক ও বিপাকজাত পদার্থকে কাজে লাগানো হয়। নীচে কয়েকটির উল্লেখ করা হল :

(a) **দুগ্ধ শিল্পে** (In Dairy industry) : দুধ থেকে দই তৈরী করতে দুধে ল্যাকটো ব্যাসিলস ব্যবহৃত হয়। দুধে 'দম্বল' মেশানোর অর্থই হল দুধকে জমাট বাঁধাতে পারদর্শী ব্যাকটিরিয়া মেশান। পনির (cheese), মাখন (butter), প্রভৃতি প্রয়োজনীয় খাদ্য-সামগ্রী উৎপাদনেও ব্যাকটিরিয়া সক্রিয় অংশ নেয়।

(b) **ভিনিগার উৎপাদনে** (Manufacture of Vineger) : ব্যবসায়িক ভিত্তিতে ভিনিগার তৈরী করতে চিনির দ্রবণে **মাইকোডারমা অ্যাসেটি** (*Mycoderma-aceti*) নামে ব্যাকটিরিয়া মেশাতে হয়। এতে যে কোহল সন্ধান (fermentation) ঘটে তার ফলেই ভিনিগার প্রস্তুত হয়।

(c) **অ্যালকোহল উৎপাদনে** (In manufacture of Alcohol) : বুটাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন প্রভৃতি উৎপাদনে **ক্লসট্রিডিয়ম** নামে জীবাণু ব্যবহৃত হয়।

(d) **পাট, শন প্রভৃতি উদ্ভিদ পচানোয়** (In retting of Jute plants) : পাটশিল্পে ব্যাকটিরিয়ার অবদান উল্লেখযোগ্য। পাট, শন প্রভৃতি গাছ কেটে জলে জাঁক দেবার পর পাট বা শনের তন্তুকে আলগা করে আনতে পাট ও শন গাছের পচন দরকার। এই কাজে ব্যাকটিরিয়া সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে।

(e) **চর্মশিল্পে** (In Tanneries) : নানারূপ রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হলেও কাঁচা চামড়াকে ট্যান (tan) করতে আজও ব্যাকটিরিয়ার সাহায্য নেওয়া হয়। এই সব ক্ষেত্রে ব্যাকটিরিয়া ফ্যাট ও অন্যান্য কলার পচন ঘটায় এবং পরিশেষে চামড়া ট্যান হয়।

(f) **চা ও তামাক শিল্পে** (In tea and tobacco industries) : চা ও তামাক পাতাকে গুটিয়ে দিতে বা সেগুলিকে ব্যবহারের উপযুক্ত করে তুলতে বিভিন্ন প্রকার ব্যাকটিরিয়া কাজে লাগে। এই পদ্ধতির সুষ্ঠু নিয়ন্ত্রণ দ্বারাই কেবল চা বা তামাকের স্বাদ ও গন্ধের উন্নত মান বজায় রাখা সম্ভব।

(g) **অ্যান্টিবায়োটিক উৎপাদনে** (In production of antibiotics) : বিভিন্ন প্রকার অ্যান্টিবায়োটিক ঔষধ উৎপাদনে ব্যাকটিরিয়ার অবদান সবিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(i) **স্ট্রেপ্টোমাইসিজ গ্রিসিয়াস** থেকে স্ট্রেপ্টোমাইসিন, (ii) **স্ট্রেপ্টোমাইসিজ অরিওফেসিয়েন্স** থেকে ক্লোরোমাইসেটিন, (iii) **স্ট্রেপ্টোমাইসিজ ফ্রেডি** থেকে নিওমাইসিন, (iv) **স্ট্রেপ্টোমাইসিজ রাইমোস্যাস** থেকে টেরামাইসিন প্রভৃতি অতিপরিচিত ঔষধগুলি পাওয়া যায়। বস্তুতঃ ব্যাকটিরিয়ার বিভিন্ন প্রকার প্রজাতি থেকে নানারকমের অ্যান্টিবায়োটিক ঔষধ উৎপন্ন হয়।

3. **ভাইটামিন K, ভাইটামিন B_{12} উৎপাদনে** (In production of Vitamin K and Vitamin B_{12}) : বিভিন্ন প্রকার ব্যাকটিরিয়ার সাহায্যে ভাইটামিন K, ভাইটামিন B_{12} উৎপন্ন হয়।

4. **পরিপাক ও সংশ্লিষ্ট কার্যকলাপে** (In digestion and related activities) : পাচনতন্ত্রে অবস্থিত ব্যাকটিরিয়া বহিরাগত ক্ষতিকর ব্যাকটিরিয়ার বৃদ্ধি রোধ করে এবং তাদের আক্রমণ থেকে জীবকে রক্ষা করে। গবাদি পশু প্রধানত ঘাস ও খড় খায়। এদের সেলুলোজ (cellulose) নির্মিত কোষ-প্রাকার সহজে হজম করা যায় না। এই সব প্রাণীর অন্ত্রস্থ ব্যাকটিরিয়া সেলুলোজ নির্মিত কোষ-প্রাকার হজম করতে সাহায্য করে।

5. **কম্পোস্ট সার উৎপাদনে** (For production of Compost) : উদ্ভিদ ও প্রাণীর পরিত্যক্ত পদার্থ, তরিতরকারী ও রাস্তার আবর্জনা থেকে অল্প খরচে কম্পোস্ট সার তৈরী করতে ব্যাকটিরিয়া সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে। **ফাউলার ও রেজ** (Fowler and Redge) মনে করেন যে, গবাদি পশুর মূত্রের পরিমাণের সঙ্গে ব্যাকটিরিয়ার পরিমাণ যত বেশী হবে তত ভাল কম্পোস্ট সার তৈরী হবে।

6. **প্রাকৃতিক গ্যাস উৎপাদনে** (For production of natural gas) : জলা জায়গায় উৎপন্ন মিথেন গ্যাস বিষাক্ত নয় অথচ তাকে নির্ভয়ে ব্যবহার করা চলে এবং তা থেকে প্রচুর তাপ পাওয়া যায়। মিথেন গ্যাস উৎপাদনে সক্ষম **মিথেনোব্যাসিলাস** (Methanobacillus) গোবর, পুকুর ও জলার মৃত জৈব পদার্থে উৎপন্ন হয়।

1.31. ব্যাকটিরিয়ার অপকারী কার্যকলাপ [Harmful activities of bacteria]

ব্যাকটিরিয়ার অপকারী কার্যকলাপের সঙ্গে শুধু মানুষই নয় অন্যান্য প্রাণী—এমনকি উদ্ভিদও জড়িত। নীচে ব্যাকটেরিয়ার ক্ষতিকর কার্যকলাপ সম্বন্ধে সংক্ষেপে উল্লেখ করা হল।

1. **মানুষের রোগ সৃষ্টি** (Bacteria incite human diseases) : মানুষের এমন কোন গুরুত্বপূর্ণ তন্ত্র নেই যা ব্যাকটিরিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয় না। যক্ষা, কলেরা, আমাশয়, নিউমোনিয়া, কুষ্ঠ, জনডিস বা ন্যাবা, টিটেনাস, টাইফয়েড, ডিপথেরিয়া প্রভৃতি নানারকমের রোগ ব্যাকটিরিয়ার দ্বারা সৃষ্টি হয়।

2. **অন্যান্য প্রাণীর রোগ সৃষ্টি** (Bacteria incite diseases of other animals) : গবাদি পশুর যক্ষা, ভেড়ার অ্যানথ্রাক্স, ভেড়া, ছাগল ও ঘোড়ার কলেরা, নিউমোনিয়া প্রভৃতি রোগ সৃষ্টির জন্য বিভিন্ন প্রকার ব্যাকটিরিয়া দায়ী। প্রকৃতপক্ষে সুদূর অতীত থেকে আজ পর্যন্ত নানা রকমের মারাত্মক ব্যাধির সঙ্গে কোনো না কোনো ব্যাকটিরিয়া প্রত্যক্ষভাবে জড়িত।

3. **উদ্ভিদের রোগ সৃষ্টি** (Bacteria causing plant diseases) : নানারূপ অর্থকরী উদ্ভিদের বিভিন্ন প্রকার রোগ সৃষ্টি করতে ব্যাকটিরিয়া সিদ্ধহস্ত। এদের মধ্যে ধান ও সীমের লেট ব্লাইট রোগ ; আখের লম্বা লাল ডোরাকাটা রোগ : লেবু জাতীয় গাছের ক্যাঙ্কার (Canker) রোগ, তামাকের ঝিমুনি প্রভৃতি রোগের জন্যে কোন না কোন ব্যাকটিরিয়া দায়ী।

4. **জলদূষণে ব্যাকটিরিয়া** (Pollution of water by bacteria) : **ভিব্রিও কলেরি** (*Vibrio cholerae*), **সালমোনেল্লা টাইফি** (*Salmonella typhi*) প্রভৃতি রোগসৃষ্টিকারী ব্যাকটিরিয়া জলকে দূষিত করে।

5. **খাদ্য দূষণ** (Food-poisoning) : খাদ্য দূষণকারী গুরুত্বপূর্ণ ব্যাকটিরিয়াটি হল **স্ট্যাফাইলোকক্কাস**। ক্রিমভর্তি বিস্কিট, মাংস দিয়ে তৈরী মুখরোচক খাদ্য, এমন কি মাখন, পনির প্রভৃতি ডেয়ারী সামগ্রী এই জাতীয় ব্যাকটিরিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয়।

6. **ডিনাইট্রিফিকেশান দ্বারা মাটির উর্বরাশক্তি নষ্ট** (Loss of productivity of soil through denitrification) : ভিজা মাটিতে বসবাসকারী ডিনাইট্রিফাইং ব্যাকটিরিয়া মাটির উর্বরাশক্তি হ্রাস করে।

1.32. কয়েকটি রোগ ও সংশ্লিষ্ট ব্যাকটিরিয়া [Name of some common diseases and their causal organisms]

রোগ	রোগ সৃষ্টিকারী ব্যাকটিরিয়া
1. উদরাময়	ব্যাসিলাস কোলাই
2. আমাশয়	ব্যাসিলাস ডিসেনটারী
3. কলেরা	ভিব্রিও কলেরি
4. টাইফয়েড	সালমোনেল্লা টাইফোসা
5. নিউমোনিয়া	ডিপ্লোকক্কাস নিউমোনি
6. ডিপথেরিয়া	কর্নিব্যাকটিরিয়ম ডিপথেরি
7. যক্ষা	মাইকোব্যাকটিরিয়ম টিউবারকিউলোসিস
8. কুষ্ঠ	পাসটিউরেলা পেসটিস
9. বাতজ্বর	স্ট্রেপটোকক্কাস
10 জনডিস	লেপ্টোস্পাইরা ইক্টেরো-হ্যামারেজি

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer type/Essay type Questions]

1. ভাইরাস কি ? ভাইরাস কোথায় বাস করে ? ভাইরাসের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [What is virus ? Where do viruses live ? Briefly describe the structure of virus.]

[উঃ। 1·2 ; 1·10 ও 1·11 ...]

2. ভাইরাসের সংজ্ঞা দাও। ভাইরাসের উৎপত্তি ও প্রকৃতি সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। [Define virus. Write what you know about the origin and nature of virus.

[উঃ। 1·4 ; 1.5 ও 1·...]

3. ভাইরাসের শ্রেণীবিভাগ কর। ভাইরাসের উৎপত্তি সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? [Classify viruses. What is your idea about the origin of virus.] [উঃ। 1.9 ; 1·5 দেখ]

4. ভাইরাস ও কোষযুক্ত জীবের মধ্যে পার্থক্য কি? ভাইরাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্বন্ধে আলোচনা কর। [What are the differences between virus and cellular organism. Discuss about the economic importance of virus.] [উঃ। 1·19 ; 1·18 দেখ]

5. ব্যাকটিরিওফাজ বা ফাজ ভাইরাস কাকে বলে? ফাজ ভাইরাসের গঠন, জনন ও জীবন চক্র বর্ণনা কর। [What is a bacteriophase ? Describe the structure, reproduction and life-cycle of bacteriophase or phase virus.] [উঃ। 1·12 দেখ]

6. ভাইরাস কি কোন রোগ সৃষ্টি করতে পারে? যদি পারে তবে ভাইরাস মানুষ, মনুষ্যেতর প্রাণী ও উদ্ভিদের কি কি রোগ সৃষ্টি করে? ভাইরাসের সংক্রমণ কিভাবে ঘটে? [Can virus cause any disease ? If so, name the viral diseases of man and other lower groups of animals and also of plants. How are viruses transmitted ? [উঃ। 1·13, 1·1 দেখ]

7. ভাইরাস কিভাবে বিস্তৃত হয়? ভাইরাসঘটিত রোগের উপসর্গ কি? ভাইরাস রোগ কিভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়? [How are viruses transmitted ? What are the symptoms of viral diseases ? How are they controlled ?] [উঃ। 1·14, 1·15, 1·17 দেখ]

8. ব্যাকটিরিয়া কাকে বলে? একটি ব্যাকটিরিয়া কোষের গঠন বর্ণনা কর। [What are bacteria ? Describe the structure of a bacterial cell.] [উঃ 1·20 ; 1·27 দেখ]

9. ব্যাকটিরিয়া কোন্ জাতীয় জীব? এরা কি উদ্ভিদ? ব্যাকটিরিয়ার চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য কি? ব্যাকটিরিয়া কোথায় বাস করে? [Which type of organism bacteria are ? Are they plants ? What are the characteristic features of bacteria ?]

[উঃ। 1·20 ; 1·22 ; 1·23 দেখ]

10. ব্যাকটিরিয়ার আবিষ্কর্তা কে? গঠন অনুসারে ব্যাকটিরিয়ার শ্রেণীবিভাগ কর। [Who is the inventor of bacteria ? Classify bacteria on the basis of their structure.]

[উঃ। 1·22 প্রথমাংশ ও 1·25 দেখ]

11. ব্যাকটিরিয়ার পুষ্টি ও চলন সম্বন্ধে যাহা জান লেখ। [Write what you know about nutrition and movement of bacteria.] [উঃ। 1·28 ; 1·27(7) দেখ]

12. ব্যাকটিরিয়া কিভাবে বংশবৃদ্ধি করে? কোন অবস্থায় ব্যাকটিরিয়া স্পোর গঠন করে? [How do bacteria multiply ? In what state do they produce spores ?]

[উঃ। 1.29 দেখ]

13. ব্যাকটিরিয়ার উপকারিতা ও অপকারিতা সম্বন্ধে আলোচনা কর। [Discuss the beneficial and harmful activities of bacteria.] [উঃ। 1.30 ও 1.31 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

14. ভাইরাস জীব, জড় না অন্য কিছু? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। [Is virus living, nonliving or otherwise ? Give reasons in support of your answer.]

[উঃ। 1.7 দেখ]

15. ভাইরাসের উৎপত্তি সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? ভারতে উদ্ভিদের ভাইরাসঘটিত কয়েকটি রোগের উল্লেখ কর। [What is your idea about the origin of virus ? Mention a few virus diseases of plants in India.] [উঃ। 1.5 ; 1.16 দেখ]

16. ভাইরাসের কোন অর্থনৈতিক গুরুত্ব আছে কি? উদ্ভিদে ভাইরাসঘটিত রোগের কয়েকটি উপসর্গ সম্বন্ধে আলোচনা কর। [Is there any economic significance of virus ? Discuss on some symptoms of virus diseases in plants.] [উঃ। 1.18 ; 1.15 দেখ]

17. টোবাকো মোজাইক ভাইরাসের (TMV) লেবেলযুক্ত চিত্র অঙ্কন কর। ভাইরাস কোথায় বাস করে? [Draw and label the structure of a tobaco mosaic virus. Where do viruses live ?] [উঃ। 1.11-এর অন্তর্গত 1.2 চিত্র ; 1.10 দেখ]

18. 'লাইসিস' কাকে বলে? ফাজভাইরাস কিভাবে ব্যাকটিরিয়াকে আক্রমণ করে? খুব স্পষ্ট ছবি এঁকে দেখাও। [What is meant by 'lysis' ? How do phase viruses attack bacteria ? Show through a neat diagram.] [উঃ। 1.12 (শেষাংশ) ; চিত্র 1.4 দেখ]

19. নিউক্লিয়য়েড বস্তুটি কি? ব্যাকটিরীয় কোষে প্রকৃত নিউক্লিয়াস আছে কি? ইশ্চেরিচিয়া কোলাই-এ ক্রোমোজোমের আকৃতি কেমন? [What is meant by nucleoid ? Is there any true nucleus in a bacterial cell ? What is the nature of the chromosome in *Escherichia coli* ?] [উঃ। 1.27 (5) দেখ]

[C] **অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন** [Very short (specific) answer type questions]

20. ভাইরাস শব্দটির ল্যাটিন্ অর্থ কি? আদি ভাইরাস কাদের বলা হয়? [What is the latin meaning of virus ? Which are called pro viruses ?] [উঃ। 1.2 ; 1.5 দেখ]

21. বদেন বা লুরিয়ার মতে ভাইরাসের সংজ্ঞা দাও। [State the definition of virus in the light of Bawden and Luria.] [উঃ। 1.4 দেখ]

22. ভিরিয়ন কি? ভাইরাস নিউক্লিক অ্যাসিডের প্রকৃতি কিরূপ? [What is virion ? What is the nature of nucleic acid in virus ?] [উঃ। 1.7 (c) দেখ]

23. ক্যাপসিড ও ক্যাপসোমিয়ার বলতে কি বোঝ? লাইসোজাইম এনজাইমটির কাজ কি? [What do you understand by capsid and capsomere ? What is the function of Lysozyme ?] [উঃ। 1.11 (b) ; 1.12 দেখ]

24. ফাজ ভাইরাস কত প্রকারের? ভেক্টর কাকে বলে? [What are the types of phase virus ? What is called vector ?] [উঃ। 1.12 ; 1.14 B (5) দেখ]

25. নেক্রোসিস কথাটির অর্থ কি? উদ্ভিদে ভাইরাসঘটিত রোগের উপসর্গের নাম কর। [What is meant by necrosis ? Mention two symptoms of virus diseases in plants.] [উঃ। 1.15 দেখ]

26. লুই পাস্তুর ও রবার্ট কক্ এর অবদান কি? ভিব্রিও ঘটিত একটি সংক্রামক রোগের নাম কর। [What are the contributions of Louis Pasteur and Robert Kock ? Name a contigious disease caused by vibrio.] [উঃ। 1.21 ; 1.25 (4) দেখ]

27. ফ্ল্যাজেলার সংখ্যা অনুসারে ব্যাকটিরিয়ার শ্রেণীবিভাগের ছবি আঁক। ফ্ল্যাজেলা কি থেকে উৎপন্ন হয়? [Classify bacteria on the basis of the number of flagella and draw them. How are they formed ?] [উঃ। 1.27 (7) ; চিত্র 1.9 দেখ]

28. এণ্ডোস্পোর কাকে বলে? ভিনিগার প্রস্তুতে সাহায্য করে এমন একটি ব্যাকটিরিয়মের নাম কর। [What is called endospore ? Name a bacterium used in vinigar industry.] [উঃ। 1·29 (2)c ও 1.30 (2)b দেখ]

29. ফোটোঅটোট্রফিক ব্যাকটিরিয়া কাদের বলে? এদের দুটি রঞ্জক পদার্থের নাম কর। [Which are photoautotrophic bacteria ? Name two pigments of these bacteria.] [উঃ। 1.28 B(4) দেখ]

30. **পার্থক্য নির্দেশ কর** [Distinguish between]

(1) মেটাট্রফিক ও প্যারাট্রফিক পুষ্টি [Metatrophic and paratrophic nutrition] [উঃ 1.28 দেখ]

(2) নিউক্লিয়য়েড ও নিউক্লিয়াস [Necleoid and Nucleus] [উঃ। 1.27 (5) দেখ]

(3) গ্রাম পজিটিভ ও গ্রাম নিগেটিভ ব্যাকটিরিয়া [Gram positive and Gram negative bacteria] [উঃ। 1.25 শেষাংশ দেখ]

(4) স্ট্রেপটোকক্কাস ও স্ট্যাফাইলোকক্কাস [Streptococcus and Staphylococcus] [উঃ। 1.25 (1) দেখ]

(5) নেক্রোসিস ও ক্লোরোসিস [Necrosis and Chlorosis] [উঃ। 1.15 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

31. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দগুলি নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর। [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences.]

(1) ব্যাকটিরিয়া আবিষ্কার করেন (কক্/লিষ্টার/লিউয়েনহক্)

(2) ভাইরাস কথাটির অর্থ (তরল পদার্থ/বিষ/সংক্রামক)

(3) ভাইরাস গঠনগত একক হল প্রোটোপ্লাজমহীন (ভিরিয়ন/ক্রোমোজোম/DNA) ।

(4) ভাইরাসের কেন্দ্রীয় নিউক্লিক অ্যাসিড হল (DNA ও RNA/শুধু DNA বা RNA) ।

(5) ভাইরাসবাহক পতঙ্গকে বলে (ভিরিয়ন/ভেক্টর) ।

32. **সঠিক উত্তরে '√' দাও।** [Put '√' mark in the space against the correct answer.]

(a) **তৈরী খাদ্য সামগ্রীর উপর নির্ভরশীল ব্যাকটিরিয়াকে বলে**

(i) প্যারাট্রফিক –, (ii) মেটাট্রফিক —, (iii) ফোটোট্রফিক – ।

(b) **ব্যাকটেরিয়ার কোষপ্রাকার প্রধানত**

(i) পলিস্যাকারাইড দ্বারা গঠিত —, (ii) সেলুলোজ দ্বারা গঠিত – ; (iii) কাইটিন দ্বারা গঠিত — ।

(c) **আলুর পাতা গুটিয়ে যাওয়া রোগের জন্য দায়ী**

(i) ব্যাকটিরিয়া — ; (ii) ভাইরাস — ।

(d) **ক্যাপসোমিয়ারের সমষ্টি হল**

(i) প্লাসটিড —, (ii) ক্যাপসিড —, (iii) নিউক্লিক অ্যাসিড — ।

(e) **ব্যাকটিরিয়ার চলন অঙ্গের নাম**

(i) ক্ষণপদ —, (ii) ফ্ল্যাজেলা —, (iii) মায়োনিম সূত্র — ।

33. **শূন্যস্থান পূর্ণ কর :**

(1) ব্যাকটিরিয়ার দেহে ম্যাগনেসিয়ামঘটিত পদার্থটির নাম — । (2) রোগসৃষ্টিকারী পূর্ণ পরজীবী ব্যাকটিরিয়াকে – বলে। (3) ব্যাকটিরিয়ার এক একটি ফ্ল্যাজেলমের দৈর্ঘ্য — । (4) এক একটি ফ্ল্যাজেলম এক একটি — দ্বারা গঠিত। (5) গ্রাম স্টেনের সংস্পর্শে গ্রাম নিগেটিভ ব্যাকটিরিয়ার রং — । (6) কর্ক স্ক্রুর মতো দেখতে ব্যাকটিরিয়াকে — বলে। (7) গোলাকার ব্যাকটিরিয়াকে – বলে। (8) —গরুর বসন্ত ভাইরাস থেকে ভ্যাকসিন তৈরীর পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। (9) পোলিওমায়েলাইটিস রোগে – তন্ত্র আক্রান্ত হয় এবং – পেশীসমূহ অবশ হয়ে যায়। (10) জলাতঙ্ক রোগের জন্য দায়ী – ভাইরাস।

34. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** (Write short note on) :

(a) বিষহীন ব্যাকটিরিয়া (non-virulent bacteria) ; (b) লাইসোজাইম (Lysozyme) ; (c) ক্যাপসোমিয়ার (Capsomere) ; (d) লাইসিস (Lysis) ; (e) আদি ভাইরাস (Protovirus) ; (f) মোজাইক রোগ (Mosaic disease) ; (g) নেক্রোসিস (Necrosis) ; (h) ক্লোরোসিস (Chlorosis) ; (i) কোয়ারেনটাইন (Quarentine) ; (j) সাইজোমাইসেটিজ (Schizomycetes) ; (k) প্রারম্ভিক নিউক্লিয়স (Incipient nucleus) ; (l) কেমোঅটোট্রফিক ব্যাকটিরিয়া (Chemoautotrophic bacteria) । [উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

———

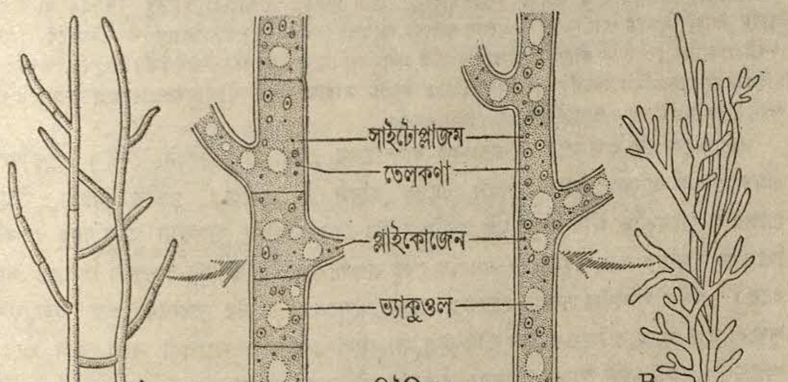
2 ॥ ছত্রাক ॥

Syllabus : *Mucor*—Structure and reproduction ; economic importanee of fungi.

2.1. সূচনা [Introduction]

ছত্রাক বা ফাংগাস* (Fungus ; ল্যাটিন, *Fungore* = to flowrish) সাধারণের কাছে 'ব্যাঙের ছাতা' নামে পরিচিত নিম্নশ্রেণীর উদ্ভিদ। উন্নত উদ্ভিদের মতো, এদের দেহে কলা-বৈচিত্র্য ও তাদের সুষ্ঠু সমাবেশ ঘটেনি। তাছাড়া দেহও অত্যন্ত সরল—মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত নয়। ছত্রাককে তাই শেওলার সঙ্গে একত্র **সমাঙ্গদেহী** (Thallophyta) উদ্ভিদ বলা হয়। উদ্ভিদবিদ্যার যে শাখায় ছত্রাক নিয়ে চর্চা করা হয় তাকে বলে **মাইকোলজি** (Mycology)। এই শাখায় বিশেষজ্ঞকে বলা হয় **মাইকোলজিস্ট** (Mycologist)।

ছত্রাক এককোষী বা বহুকোষী। বহুকোষী ছত্রাকের দেহ অসংখ্য শাখা-প্রশাখা বিশিষ্ট সূতোর মতো অংশে গঠিত। প্রতিটি সূতোকে **অনুসূত্র** বা **হাইফা**** (Hypha ; গ্রীক



চিত্র : 2.1. সেপটেট ও আসেপটেট হাইফার গঠন

Hyphe = web অর্থাৎ ঢেউ) বলে। অধিকাংশ ছত্রাকের হাইফার প্রস্থমাপ 5—10μ। অসংখ্য হাইফা একত্রিত হয়ে গঠন করে **মাইসিলিয়ম***** (Mycelium)। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে

* একবচন ; ফানজাই (Fungi)—বহুবচন।

** একবচন ; হাইফি (Hyphae)—বহুবচন।

*** একবচন ; মাইসিলিয়া (Mycelia)—বহুবচন ; কোন কোন ছত্রাক যেমন ঈষ্ট-এ মাইসিলিয়ম পরিণত, আবার সিনচিট্রিয়ম (Synchytrium) গণে মাইসিলিয়ম একেবারেই গঠিত হয় না।

হাইফাকে স্বচ্ছ নলাকার দেখায়। উন্নত ছত্রাকের হাইফা সাধারণত প্রস্থপ্রাকার (transverse wall) দ্বারা বহু **হাইফা-কোষ** (Hyphal cell)-এ বিভক্ত। এই ধরনের হাইফাকে খণ্ডিত বা **সেপটেট** (septate) বলা হয়। নিম্নশ্রেণীর ছত্রাকের হাইফায় প্রস্থপ্রাকার থাকে না, তাই এগুলি খণ্ডিত নয় অর্থাৎ **আসেপটেট** (Aseptate) (চিত্র : 2.1)। প্রস্থপ্রাকারবিহীন হাইফাকে **সিনোসাইট** (Coenocyte) বলে। সিনোসাইটে বর্ণহীন অবিচ্ছিন্ন সাইটোপ্লাজম ও অসংখ্য নিউক্লিয়াস ও ভ্যাকুওল দেখা যায়। তবে সেপটেট হাইফার কোন কোন কোষে এক বা একাধিক নিউক্লিয়াস ও ভ্যাকুওল থাকতে পারে। সেপটেট হাইফার প্রাকারগুলি সচ্ছিদ্র (perforated)। তাই সেগুলি নিউক্লিয়াস বা খাদ্য সামগ্রী এক কোষ থেকে অন্য কোষে যেতে কোন বাধার সৃষ্টি করে না। উন্নত ছত্রাকের হাইফার কোষগুলিতে একটি বা দুটি নিউক্লিয়াস থাকে। এক নিউক্লিয়াসবিশিষ্ট হাইফা কোষকে প্রাথমিক বা **প্রাইমারি হাইফা** (Primary hypha) এবং দুটি নিউক্লিয়াসবিশিষ্ট হাইফা কোষকে মাধ্যমিক বা **সেকেণ্ডারী হাইফা** (Secondary hypha) বলে। হাইফার নিউক্লিয়াসে নিউক্লীয়পর্দা ও এক বা একাধিক নিউক্লিওলস থাকে। সাইটোপ্লাজমে সঞ্চিত পদার্থ হিসাবে পর্যাপ্ত **গ্লাইকোজেন**, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র **তৈল বিন্দু** ও **প্রোটিন** বর্তমান।

ছত্রাকের কোষ-প্রাকার প্রধানত **কাইটিন** (Chitin) অথবা **ছত্রাক সেলুলোজ** (Fungal cellulose) নামে বিশেষ ধরনের কার্বোহাইড্রেট দ্বারা গঠিত। কোষ-প্রাকারের ভিতরে বা বাইরে প্রায়ই **ক্যালসিয়াম কার্বনেট** ও অন্যান্য লবণের আস্তরণ পরে। প্রসঙ্গত উল্লেখ করা যায় যে, বিশেষ একটি প্রজাতির কোষ-প্রাকারের রাসায়নিক গঠন সদাসর্বদা যে এক থাকবে এমন নয়। অর্থাৎ অপরিণত হাইফায় যে রাসায়নিক পদার্থ কোষ-প্রাকার গঠন করতে সাহায্য করে, পরিণত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে সেগুলি অবলুপ্ত হয় অথবা নতুন পদার্থের আবরণে চাপা পড়ে।

ছত্রাক কোথায় বাস করে? ছত্রাকের বাসস্থানের কোন ঠিক-ঠিকানা নেই। প্রকৃতিতে এমন কোন জায়গা নেই যেখানে এদের হদিস না মেলে। গভীর অরণ্য, উন্মুক্ত প্রান্তর বা চারণভূমি, জীব-জন্তুর মল প্রভৃতি যেমন এদের উপযুক্ত বাসস্থান অন্যদিকে তেমনি মিঠে বা সামুদ্রিক জল, হিমবাহ—এমনকি মেরু অঞ্চলকেও এরা উপযুক্ত বাসস্থান হিসাবে মনে করে। অর্থাৎ পৃথিবীর সর্বত্রই ছত্রাকের সাক্ষাৎ মেলে। এদের অনেকেই পচা ফল, রুটি, শুখনো কাঠ-পাতা, গলিত বা মৃত জীব-জন্তু, সারগাদা প্রভৃতিতে কলোনী করে বাস করে। বলতে কি, কেউ কেউ আবার মানুষের সাহচর্যও রীতিমত পছন্দ করে। জ্যাম-জেলি, রুটি ও অন্যান্য খাবার জিনিস ছাড়াও জুতো, জামা, লেন্স, আসবাবপত্র প্রভৃতি নিত্যব্যবহার্য বহু জিনিসে এদের দেখা মেলে। মানুষের দেহত্বকেও ছত্রাকঘটিত নানারূপ রোগ হয়। গরু-মহিষ, ঘোড়া, ভেড়া, কুকুর, বিড়াল প্রভৃতি গৃহপালিত ও বন্য পশুর ক্ষুর (hoofs), লোম, চোখ, ত্বক এবং বিভিন্ন আন্তরযন্ত্রে ছত্রাক বাসা বাঁধে। বস্তুত এমন কোন জায়গা খুঁজে পাওয়া দুষ্কর যেখানে ছত্রাকের দেখা না মেলে।

ক্লোরোফিলহীন দেহ ছত্রাকের অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য। ক্লোরোফিলের অভাবে এরা শেওলার মতো নিজেদের খাদ্য নিজেরা প্রস্তুত করতে পারে না। তাহলে এরা বাঁচে কি করে? দেহে ক্লোরোফিল না থাকায় এরা **মৃতজীবী** (Saprophyte) অথবা **পরজীবী** (Parasite) হিসাবে বাস করে। মৃতজীবী ছত্রাক নিজ দেহ থেকে **বহিঃকোষীয় এনজাইম** (Extracellular enzyme) ক্ষরণ ক'রে নিজ বাসস্থানটিকেই অন্ততঃ আংশিকভাবেও

পরিপাক করে। ছত্রাকের প্রস্থপ্রাকার দিয়ে সেই পাচিত পদার্থের শোষণ ঘটে এবং যথারীতি দেহ পুষ্ট হয়। মৃতজীবী ও পরজীবী হিসাবে বাস করা ছাড়াও ছত্রাক **মিথোজীবী** (Symbiont) রূপে পরস্পর পরস্পরের সহযোগিতায় বেঁচে থাকে। মিথোজীবীত্বের (Simbiosis) উজ্জ্বল দৃষ্টান্ত **লাইকেন** (Lichen)।

ছত্রাক **অযৌন** ও **যৌন** উভয় প্রক্রিয়াতেই জননক্রিয়া সম্পন্ন করতে পারে। অনেক সময় এদের যৌন মিলনে দুটি পর্যায় লক্ষ্য করা যায়—(1) **প্লাজমোগ্যামী** (Plasmogamy)—অর্থাৎ যখন সন্নিহিত দুটি কোষের প্রোটোপ্লাস্ট মিলিত হয় কিন্তু তাদের নিউক্লিয়স দুটি সহাবস্থান করে এবং (2) **ক্যারিওগ্যামী** (Karyogamy)—অর্থাৎ যখন উভয় কোষে নিউক্লিয়সগুলিই কেবল মিলিত হয়। বস্তুতঃ ক্যারিওগ্যামীর পর মায়োসিস, অর্থাৎ হ্রাসকরণ বিভাজনের প্রয়োজন হয়।

2.2. ছত্রাকের কয়েকটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য [A few general characteristics of fungi]

(1) ছত্রাক ক্লোরোফিলবিহীন সমাঙ্গদেহী উদ্ভিদ।
(2) ছত্রাকদেহ 3μ এর অধিক প্রস্থবিশিষ্ট হাইফা-নল দ্বারা গঠিত।
(3) এরা মৃতজীবী, পরজীবী অথবা মিথোজীবী।
(4) কোষ-প্রাকার দৃঢ় এবং তা প্রধানত কাইটিন অথবা ছত্রাক-সেলুলোজ দ্বারা গঠিত।
(5) ফাজ ভাইরাসের প্রতি এদের কোন স্পর্শকাতরতা (Sensitivity) নেই।
(6) ছত্রাকের সঞ্চিত খাদ্য প্রধানত গ্লাইকোজেন ও ফ্যাট।
(7) নিউক্লীয় পর্দায় ঘেরা আদর্শ নিউক্লিয়স ও তাতে নিউক্লিওলস বর্তমান।
(8) ক্রোমোজোমও অত্যন্ত সুস্পষ্ট।
(9) ছত্রাক বিশেষ ধরনের হ্যাপলয়েড ও ডিপলয়েড জনুক্রমের অধিকারী।
(10) ছত্রাকের অভিযোজন ক্ষমতা সবিশেষ উল্লেখযোগ্য।

2.3. মিউকোর
[Mucor]

(i) **উদ্ভিদ জগতে স্থান** (Systematic position) ঃ

[শ্রেণী—ফাইকোমাইসিটিস (Class—Phycomycetes) ; উপশ্রেণী—জাইগোমাইসিটিস (Subclass—Zygomycetes ; বর্গ—মিউকোরালিস (Order—Mucorales) ; গোত্র—মিউকোরাসী (Family—Mucoraceae) ; গণ—মিউকোর (Genus—*Mucor*)।]

(ii) **কয়েকটি সাধারণ ভারতীয় প্রজাতি** (A few common Indian species) ঃ

(1) মিউকোর মিউকেডো (*Mucor mucedo*) ; (2) মিউকোর ইণ্ডিকাস (*M. indicus*) ; (3) মিউকোর প্রেনাই (*M. praini*) ; (4) মিউকোর হাইমালিস (*M. heimalis*) ইত্যাদি।

(iii) **বসতি** (Habitat) ঃ মিউকোর মৃতজীবীরূপে প্রধানতঃ পচনশীল ও গলিত জৈব পদার্থ—যেমন গোবর, ভিজে চামড়া, পাউরুটি, পনীর, জ্যাম, জেলি, মোরব্বা, চাটনি

প্রভৃতির উপর সাদা তুলোর মতো আস্তরণ রচনা করে। পরীক্ষাগারে একটি ভিজে রুটি বেলজার দিয়ে ঢেকে রাখলে দু'তিন দিনের মধ্যে সেটি তুলোর মতো মিউকোরের আবরণে ঢাকা পড়ে। পরিণত অবস্থায় এ থেকে স্পোর উৎপন্ন হয় এবং ক্রমশঃ তা কাল রং-এ রূপান্তরিত হয়। সেজন্য এই ছত্রাকটির অপর নাম **কাল মোল্ড** (Black mould)।

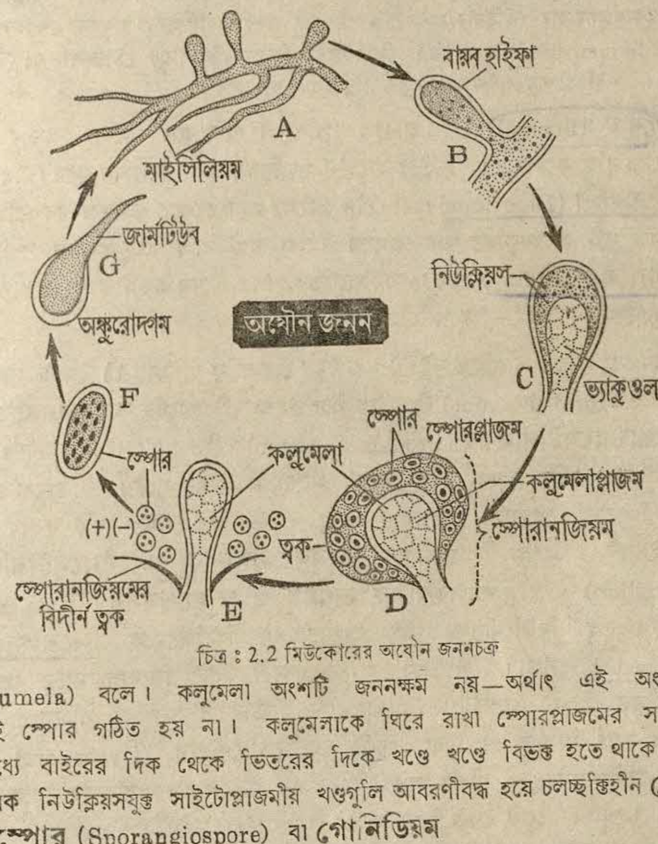
(iv) **দৈহিক গঠন** (Somatic structure) : মিউকোরের দেহ বা মাইসিলিয়ম অতি সূক্ষ্ম, অসংখ্য শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হাইফা দ্বারা গঠিত। প্রতিটি হাইফার রং সাদা বা ধূসর। পরিণত হওয়ার আগে পর্যন্ত এগুলি প্রস্থ প্রকারবিহীন (**আসেপটেট**) অর্থাৎ সিনোসাইট। পরিণত অবস্থায় জননঅঙ্গগুলিই কেবল মাইসিলিয়ম থেকে প্রস্থপ্রাকার দ্বারা পৃথক হয়ে যায়। হাইফার অভ্যন্তরস্থ দানাময় সাইটোপ্লাজমে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিউক্লিয়স, ভ্যাকুওল এবং সেই সঙ্গে সঞ্চিত খাদ্য হিসাবে গ্লাইকোজেন ও তৈলবিন্দু ভেসে বেড়ায়। মিউকোরের হাইফার কোষপ্রাকার যথারীতি কাইটিন ও ঐ জাতীয় পদার্থ দ্বারা গঠিত। হাইফাগুলি জৈব পদার্থের উপরে বায়বীয় (aerial) আস্তরণ রচনা করলেও কিছু হাইফা ভিতরে প্রবেশ করার পর দ্রুত শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয় এবং ছত্রাকটিকে উক্ত পদার্থের সঙ্গেই যে কেবল দৃঢ় সংলগ্ন থাকতে সাহায্য করে তাই নয় সঙ্গে সঙ্গে খাদ্যশোষণের কাজও চালিয়ে নেয়। হাইফাগুলি থেকে নিঃসৃত এনজাইম অদ্রব কার্বোহাইড্রেটকে দ্রবণীয় শর্করায় রূপান্তরিত করে এবং তা থেকে মিউকোরের দেহ পুষ্ট হয়।

(v) **জনন** (Reproduction) : মিউকোর প্রধানতঃ **অযৌন** (Asexual) ও **যৌন** (Sexual) পদ্ধতিতে জননক্রিয়া সম্পন্ন করে। এছাড়া কদাচিৎ **অঙ্গজ** (Vegetative) ও **অপুংজনি** (Parthenogenesis) পদ্ধতিও অনুসৃত হয়।

(a) **অঙ্গজ** (Vegetative) : সময় বিশেষে হাইফা খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত হয়ে যায়। প্রতিটি খণ্ড থেকে নতুন মিউকোর জন্মায়।

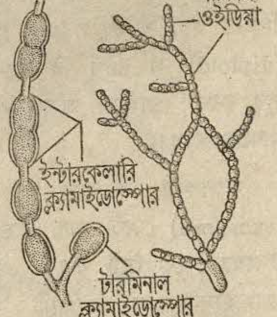
(b) **অযৌন** (Asexual) (চিত্র : 2.2) : পর্যাপ্ত খাদ্য শোষণ করে মিউকোর অনুকূল পরিবেশে রেণু অর্থাৎ **স্পোর** (Spore) বা **গোনিডিয়ম** (Gonidium) দ্বারা অযৌন জনন শুরু করে। এইসময় কতকগুলি হাইফা খাড়াভাবে উপরের দিকে উঠে যায়। সাধারণ হাইফা থেকে কিছুটা স্থূল এই শাখাগুলিকে **বায়ব হাইফা** (Aerial hypha) বলে। বায়ব হাইফার আগাটি ক্রমশঃ বেলুনের মতো ফুলে ওঠে। এই ফোলা অগ্রভাগটিকে **রেণুস্থলী** বা **স্পোরানজিয়ম** (Sporangium) বলে। বায়ব হাইফার দণ্ডাকার বাকি যে অংশ স্পোরানজিয়ম ধারণ করে তাকে বলে **রেণুস্থলীধর** বা **স্পোরানজিওফোর** (Sporangiophore)। এই স্পোরানজিওফোরগুলির মাধ্যমে মাইসিলিয়মের শায়িত অংশ থেকে অসংখ্য নিউক্লিয়স ও প্রচুর খাদ্যসহ সাইটোপ্লাজম বেলুনের মতো ফোলা অংশ স্পোরানজিয়মে প্রবেশ করে। ক্রমশঃ স্পোরানজিয়ম মধ্যস্থ প্রোটোপ্লাজম দুটি পৃথক অংশে ভাগ হয়ে যায়। কেন্দ্রের দিকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ভ্যাকুওলযুক্ত গম্বুজাকার প্রোটোপ্লাজমীয় অংশটিকে **কলুমেলাপ্লাজম** (Columellaplasm) এবং তাকে ঘিরে পরিধি পর্যন্ত বিস্তৃত অসংখ্য নিউক্লিয়সযুক্ত ঘণ সাইটোপ্লাজম অংশকে **স্পোরপ্লাজম** (Sporeplasm) বলা হয়। কলুমেলাপ্লাজমের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ভ্যাকুওলগুলি একে একে মিশে গিয়ে একটি পৃথক গম্বুজাকৃতি এলাকা গঠন করে। এই এলাকার বাইরে এমন একটি প্রাকার

সৃষ্টি হয় যা ভ্যাকুওলযুক্ত কেন্দ্রীয় গম্বুজাকৃতি অংশটিকে নিউক্লিয়সপূর্ণ ঘন সাইটোপ্লাজমীয় অংশ থেকে পৃথক রাখে। প্রাকারসহ কেন্দ্রীয় গম্বুজাকৃতি অংশটিকে **কলুমেলা**



চিত্র : 2.2 মিউকোরের অযৌন জননচক্র

(Collumela) বলে। কলুমেলা অংশটি জননক্ষম নয়—অর্থাৎ এই অংশ থেকে মোটেই স্পোর গঠিত হয় না। কলুমেলাকে ঘিরে রাখা স্পোরপ্লাজমের সাইটোপ্লাজম ইতিমধ্যে বাইরের দিক থেকে ভিতরের দিকে খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত হতে থাকে। এক বা একাধিক নিউক্লিয়সযুক্ত সাইটোপ্লাজমীয় খণ্ডগুলি আবরণীবদ্ধ হয়ে চলচ্ছক্তিহীন **স্পোরানজিওস্পোর** (Sporangiospore) বা **গোনিডিয়ম** (Gonidium) গঠন করে। এগুলি পরিণত হলে জল বা আদ্র' বায়ুর সংস্পর্শে স্পোরানজিয়মের প্রাকার বিদীর্ণ হয় এবং স্পোরানজিওস্পোরগুলি বাতাসের মাধ্যমে বিভিন্ন দিকে ছড়িয়ে যায়। অনুকূল পরিবেশে স্পোরানজিওস্পোর অঙ্কুরিত হয়ে এক বা একাধিক **আদি অনুসূত্র** বা **জার্ম টিউব** গঠন করে। এগুলি থেকে ক্রমশঃ মাইসিলিয়ম গঠন মাধ্যমে নতুন মিউকোরের জন্ম হয়।



চিত্র : 2.3. ক্ল্যামাইডোস্পোর ও ওইডিয়া

পাতলা প্রাকারযুক্ত স্পোরানজিওস্পোর ছাড়াও বিশেষ এক ধরনের পুরু প্রাকারাবদ্ধ এবং হাইফার মধ্যে সারিবদ্ধভাবে নিবেশিত (intercalary) স্থির রেণু (resting spore) দ্বারা অযৌন জনন সম্পন্ন হয়। এগুলিকে **ক্ল্যামাইডোস্পোর** (Chlamydospore) বলে। ক্ল্যামাইডোস্পোরে প্রয়োজনমতো খাদ্য সঞ্চিত থাকে। ক্ল্যামাইডোস্পোর অঙ্কুরিত হয়ে নতুন

মাইসিলিয়মের জন্ম দেয়। পাতলা প্রাকারাবদ্ধ একই জাতীয় স্পোরকে **গেমা** (Gemma) বলে। শর্করা সমৃদ্ধ তরল মাধ্যমে জনন ক্রিয়া চলতে থাকলে হাইফা খণ্ডিত হয়ে বিশেষ কতকগুলি অযৌন জনন অঙ্গ তৈরী করে। পাতলা প্রাকারাবদ্ধ গোলাকার বা আয়তক্ষেত্রাকার এই স্পোরগুলিকে **ওইডিয়া*** (Oidia) বলে। ঈষ্টের মতো মুকুলোদ্গম দ্বারা ওইডিয়ার সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং এদের দ্বারাই শর্করা মাধ্যমের **কোহল সন্ধান** (alcoholic fermentation) সম্ভব হয়। মিউকোরের বিশেষ এই দশাকে **টোরুলাদশা** (Torula stage) বলে। ওইডিয়া অঙ্কুরোদ্গম দ্বারা নতুন মাইসিলিয়ম সৃষ্টি করে।

(c) **যৌন (Sexual)** (চিত্র : 2.4) : প্রতিকূল পরিবেশে খাদ্যের অভাব ঘটলে মাইসিলিয়মের বৃদ্ধি কমে যায়। মিউকোর যৌন পদ্ধতিতে জনন সম্পাদন করে। মিউকোর প্রধানতঃ **ভিন্নবাসী** (Dioecious) এবং যৌন জননের সময় দেখতে অভিন্ন বিপরীত দিক থেকে আগত দুটি সমআকৃতির জননকোষের মিলন ঘটে বলে এই জনন প্রক্রিয়াকে **আইসোগ্যামি** (Isogamy) বলে। সমআকৃতির হলেও এদের একটিকে পুং ও অপরটিকে স্ত্রী অর্থাৎ যথাক্রমে '+' ও '−' রূপে চিহ্নিত করা হয়।

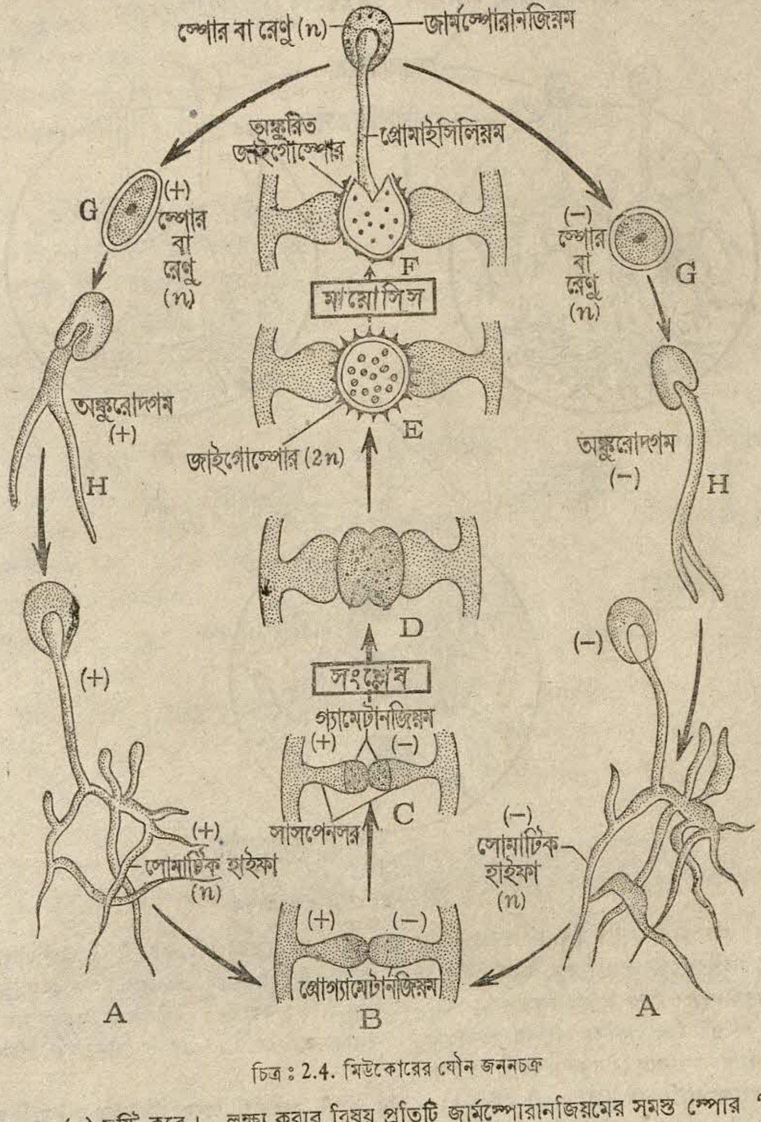
যৌন জননের সুরুতে সন্নিহিত দুই '+' ও '−' সোমাটিক হাইফা (A) থেকে মুখোমুখি দুটি পার্শ্বস্ফীতির (protuberance) উদ্ভব হয় এবং ক্রমশঃ দুটি গদাকৃতি **আদিজননকোষাধার** বা **প্রোগ্যামেটানজিয়ম** (Progametangium) গঠিত হয় (B)। দু'দিকে থেকে প্রোগ্যামেটানজিয়ম দুটির বৃদ্ধির ফলে তাদের মুখোমুখি মিলন ঘটে। ইতিমধ্যে প্রতিটি প্রোগ্যামেটানজিয়মের অগ্রভাগ প্রস্থপ্রাকার দ্বারা খণ্ডিত হয়ে পৃথক দুটি কোষ গঠন করে। এইভাবে উৎপন্ন অগ্রকোষকে **জননকোষাধার** বা **গ্যামেটানজিয়ম** (Gametangium) এবং পশ্চাৎকোষটিকে **ভ্রূণধর** বা **সাসপেনসর** (Suspensor) বলে (C)। বহু নিউক্লিয়সযুক্ত এই ধরনের গ্যামেটানজিয়মকে **সিনোগ্যামেট** (Coenogamete) বলে। সংশ্লেষে অংশগ্রহণকারী দুটি সিনোগ্যামেটের অন্তর্বর্তী প্রাকার দ্রবীভূত হলে একের সাইটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়স অপরের সাইটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়সের সঙ্গে মিলিত হয় এবং একটি **জাইগোস্পোর** (Zygospore) সৃষ্টি হয় (E)। জাইগোস্পোরের বৃদ্ধির সময় ভিতরকার নিউক্লিয়সের ব্যবহার সম্বন্ধে সঠিক কিছু জানা যায়নি। কেউ কেউ মনে করেন অধিকাংশ নিউক্লিয়স জোড়ায় জোড়ায় মিলিত হয়। অন্যদের মতে প্রতিটি জাইগোস্পোরে মাত্র একজোড়া নিউক্লিয়সই মিলিত হয়, বাকিগুলি নষ্ট হয়ে যায়। মিলিত নিউক্লিয়সের চরিত্র হয় **ডিপলয়েড** (diploid) বা 2n। ইতিমধ্যে জাইগোস্পোর আকারে বড় হয় এবং ক্রমশঃ দু-স্তর বিশিষ্ট পুরু কৃষ্ণবর্ণ প্রাকারে আবদ্ধ হয়। এইভাবে প্রতিকূল পরিবেশে জাইগোস্পোর বেঁচে থাকতে পারে।

অল্পকাল বিশ্রামের পর জাইগোস্পোর অঙ্কুরিত হয়। এই সময় তার বহিস্তক (exospore) ফেটে যায়, অন্তস্তক (endospore) নলাকারে বাড়তে থাকে এবং ক্রমশঃ উপরের দিকে উঠে যায়। একে **প্রোমাইসিলিয়ম** (Promycelium) বলে (F)। প্রোমাইসিলিয়মের আগাটি ক্রমশঃ স্ফীত হয়ে **জার্মস্পোরানজিয়ম** (Germ-

---

* বহুবচন ; ওইডিয়ম (Oidium)—একবচন।

sporangium) নামে স্পোর থলি গঠন করে। জার্মস্পোরানজিয়মের ডিপলয়েড (2n) নিউক্লিয়স ইতিমধ্যে মায়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হয়ে হ্যাপলয়েড (n) নিউক্লিয়স গঠন করে। প্রতিটি হ্যাপলয়েড নিউক্লিয়স নিজের চারদিকে সাইটোপ্লাজম জড়িয়ে নিয়ে এক একটি স্পোর

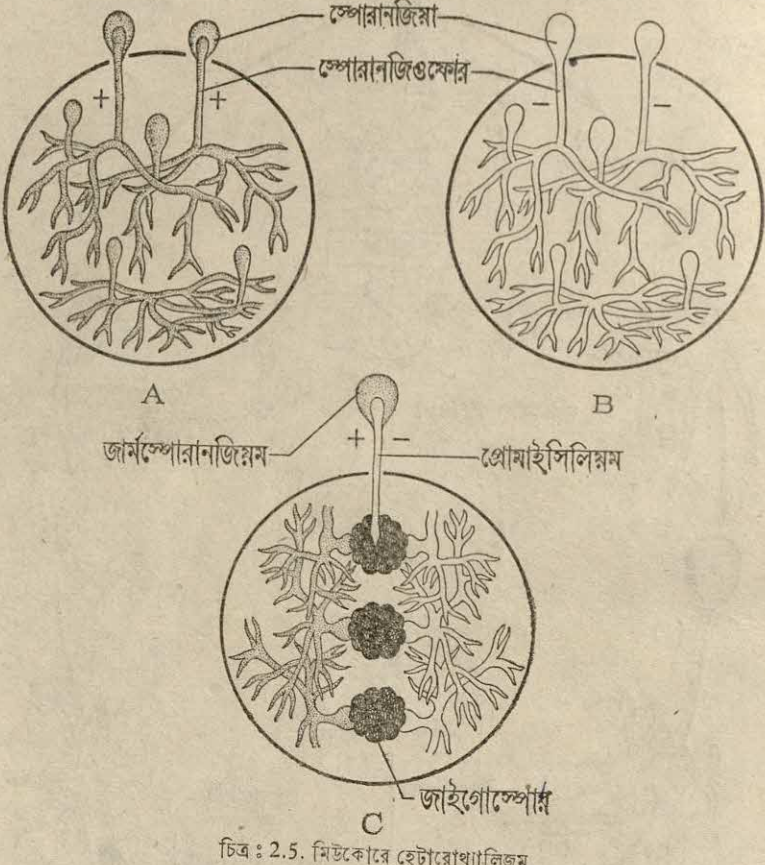


চিত্র : 2.4. মিউকোরের যৌন জননচক্র

বা রেণু (n) সৃষ্টি করে। লক্ষ্য করার বিষয় প্রতিটি জার্মস্পোরানজিয়মের সমস্ত স্পোর '+' অথবা '–'; অর্থাৎ যে কোন একধরনের যৌনতাপ্রাপ্ত হয়। পরিণত জার্মস্পোরানজিয়ম বিদীর্ণ হলে স্পোরগুলি চারদিকে ছড়িয়ে পরে। '+' স্পোরগুলি অঙ্কুরিত হয়ে '+' মাইসিলিয়ম

ও '–' স্পোরগুলি অঙ্কুরিত হয়ে '–' মাইসিলিয়ম সৃষ্টি করে (H)। এই কারণে মিউকোরকে **অসমথ্যালিক** বা **হেটারোথ্যালিক** (Heterothallic) ছত্রাক বলা হয়।

2.4. হেটারোথ্যালিজম (Heterothallism) (চিত্র : 2.5) : বাইরে থেকে একই রকম দেখতে কিন্তু শারীরবৃত্তীয়ভাবে ভিন্ন দু-ধরনের মাইসিলিয়ম সৃষ্টি হওয়াকে হেটারোথ্যালিজম বলে।



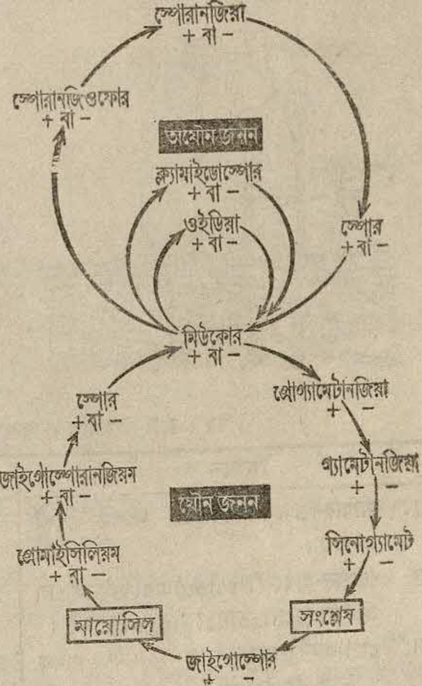
চিত্র : 2.5. মিউকোরে হেটারোথ্যালিজম

এ. এফ. ব্ল্যাকেসলি (A. F. Blakeslee) নামে এক আমেরিকাবাসী প্রজনবীদ মিউকোরালিস বর্গেই সর্বপ্রথম হেটারোথ্যালিজম আবিষ্কার করেন। পূর্বেই বলা হয়েছে যে হেটারোথ্যালিক প্রজাতির শারীরবৃত্তীয়ভাবে ভিন্ন মাইসিলিয়মকে '+' বা '–' রূপে চিহ্নিত করা হয়। যৌন জনন তখনই সম্ভব যখন এই দুটি ভিন্ন প্রকৃতির হাইফার সাক্ষাৎ ঘটে। উল্লেখযোগ্য যে, '+' ও '–' যৌনতাযুক্ত হাইফা কাছাকাছি না থাকলে যৌন জনন আদৌ সম্ভব নয়।

হোমোথ্যালিজম (Homothallism) : কোন কোন প্রজাতি, যেমন **মিউকর-হাইমালিস** (*M. heimalis*)-এ হোমোথ্যালিক মাইসিলিয়ম গঠিত হয়; অর্থাৎ একই স্পোর থেকে উৎপন্ন মাইসিলিয়মের দুটি হাইফার সংশ্লেষ দ্বারা জাইগোস্পোর উৎপন্ন হয়। হোমোথ্যালিজম কথাটি ব্যবহৃত হয়েছিল এমন সব ক্ষেত্রে যেখানে কেবল একই ধরনের হাইফা দ্বারা যৌন সংশ্লেষ সম্ভবপর ছিল।

(d) **অপুংজনি** (Parthenogenesis) : অনেক সময় নানা কারণে স্বাভাবিক সংশ্লেষ সম্ভব হয় না। তখন যৌন মিলনে অক্ষম গ্যামেটানজিয়ম স্থূল প্রাকার বেষ্টিত হয়ে জাইগোস্পোরের মতোই দেখতে একপ্রকার স্পোর তৈরী করে। এই ধরনের স্পোরকে **আজাইগোস্পোর** (Azygospore) বলে। আজাইগোস্পোর স্বাভাবিক নিয়মে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন মাইসিলিয়মের জন্ম দেয়।

(vi) **জীবনচক্র** (Life-cycle) : জীবন-চক্র সম্পূর্ণ করতে মিউকোরকে **হ্যাপলয়েড** (n) ও **ডিপলয়েড** (2n)—দুটি পৃথক দশা অতিক্রম করতে হয়। হ্যাপলয়েড স্পোরের অঙ্কুরোদগম মাধ্যমে মিউকোরের জীবন-চক্র শুরু। কতকগুলি ধারাবাহিক ঘটনা পরম্পরায় প্রথমে ডিপলয়েড জাইগোস্পোর সৃষ্টি এবং পরে সেই ডিপলয়েড জাইগোস্পোর থেকে মায়োসিসের ফলে পুনরায় হ্যাপলয়েড স্পোর উৎপন্ন হয়। সুতরাং মিউকোরের জীবনচক্রে পরিষ্কারভাবে জনুক্রম (alternation of generation) বর্তমান।

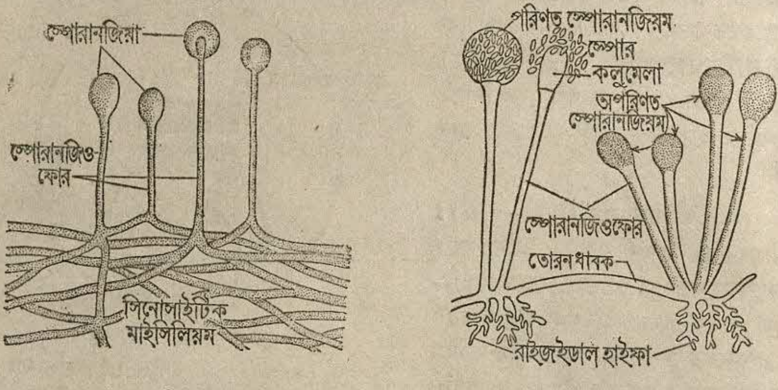


চিত্র : 2.6. মিউকোরের জীবনচক্র

(vii) মিউকোরের কয়েকটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য [A few characteristic features of *Mucor*]

(1) মিউকোর মৃতজীবী।
(2) মাইসিলিয়ম সিনোসাইট।
(3) অনুকূল পরিবেশে **কলুমেলাযুক্ত স্পোরানজিয়মে** স্পোরানজিওস্পোর তৈরী হয়।
(4) মিউকোর প্রধানত **হেটারোথ্যালিক** অর্থাৎ দুটি সম-আকৃতির, কিন্তু শারীরবৃত্তীয়ভাবে ভিন্ন যৌনতাসম্পন্ন গ্যামেটানজিয়মের মধ্যে সংশ্লেষ ঘটে।
(5) দুই প্রাকারাবদ্ধ কণ্টকময় কালো জাইগোস্পোর গঠিত হয়।
(6) জার্মস্পোরানজিয়মে ডিপলয়েড নিউক্লিয়সে মায়োসিস বিভাজন হওয়ার ফলে হ্যাপলয়েড স্পোর সৃষ্টি হয়।

(viii) **মিউকোরের সঙ্গে তার নিকট আত্মীয় রাইজোপাসের পার্থক্য (Distinction between *Mucor* and its relative—*Rhizopus*) :**



চিত্র : 2.7. মিউকোর ও রাইজোপাসের গঠনগত পার্থক্য

মিউকোর	রাইজোপাস
1. সাধারণত গরু-ঘোড়ার মলেই বেশী জন্মায়।	1. সাধারণত রুটির উপরেই বেশী জন্মায়।
2. তোরন-ধাবক (Stolon) এবং রাইজইডাল হাইফা (Rhizoidal hypha) নেই।	2. তোরন-ধাবক এবং রাইজইডাল হাইফা বর্তমান।
3. স্পোরানজিওফোরগুলি পৃথক পৃথক ভাবে উৎপন্ন হয়।	3. স্পোরানজিওফোরগুলি গুচ্ছাকারে উৎপন্ন হয়।
4. মাইসিলিয়মের যে কোন স্থান থেকে স্পোরানজিওফোর উৎপন্ন হয়।	4. মাইসিলিয়মের কেবল পর্ব থেকেই স্পোরানজিওফোর উৎপন্ন হয়।
5. গ্যামেটানজিয়ার আকার সর্বদা সমান।	5. গ্যামেটানজিয়ার আকার অসমান।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long answer type/Essay type questions]

1. ছত্রাকের কয়েকটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। ক্যারিওগ্যামী ও প্লাজমোগ্যামী কাকে বলে? সিনোসাইট কথাটির অর্থ কি? [Mention a few general characteristics of fungi. What are Karyogamy and Plasmogamy? What is meant by Cenocyte?]
[উঃ। 2.2 ; 2.1 শেষাংশ ও প্রথমাংশ দেখ]

2. ছত্রাক কোথায় বাস করে? মিউকোর কি ধরনের ছত্রাক? মিউকোরের দেহগঠনের সচিত্র বিবরণ দাও। [Where do fungi live? What type of fungus *Mucor* is? Give an illustrated account of the somatic structure of *Mucor*.]
[উঃ। 2.1 ; 2.3 (iii) ও (iv) দেখ]

3. মিউকোরের অযৌন ও যৌন জনন সম্বন্ধে যাহা জান লেখ। [Write what you know about asexual and sexual reproduction of *Mucor*.]
[উঃ। 2·3 (v) দেখ]

4. মিউকোরের সচিত্র জীবনচক্র এঁকে হ্যাপলয়েড ও ডিপলয়েড জনুক্রমের সীমানা নির্দেশ কর। [Demarcate haploid and diploid generations in the diagramatic life-cycle of Mucor.] [উঃ। 2.4 চিত্র দেখ]

[B] **সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন** [Short answer type questions]

5. মিউকোরের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর। [Mention the characteristic features of *Mucor*.] [উঃ। 2.3 (vii) দেখ]

6. মিউকোরকে রাইজোপাস থেকে কিভাবে পৃথক করবে ? [How would you distinguish a *Mucor* from a *Rhizopus* ?] [উঃ। 2.3 (viii) দেখ]

7. অপুংজনি কাকে বলে ? মিউকোরের জীবনে অপুংজনি আছে কি ? এই পদ্ধতির পরিণতি কি ? [What is parthenogenesis ? Is there parthenogenesis in the life of *Mucor* ? What is the result of this process ?] [উঃ। 2·3 (vd) দেখ]

8. অনুসূত্র কাকে বলে ? সেপটেট ও অ্যাসেপটেট হাইফা কথা দুটির অর্থ কি ? [What is a hypha ? What are meant by septate and aseptate hyphae ? [উঃ। 2·1 দেখ]

9. 'ব্ল্যাক মোল্ড' কাকে বলে ? এর স্পোরানজিয়মের গঠন বর্ণনা কর। [What is called a 'black mould' ? Describe the structure of its sporangium.]
[উঃ। 2.3 (iii) ; 2.3 (vb) দেখ]

[C] **অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন** [Very short (specific) answer type questions.]

10. হেটারোথ্যালিজম কাকে বলে ? মিউকারের জীবনচক্রে কোথায় মায়োসিস হয় ? [What is heterothallism ? Where does meiosis occur in the life-cycle of *Mucor* ?]
[উঃ। 2.4 দেখ]

11. কলুমেলাপ্লাজম ও স্পোরপ্লাজমের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। [Mention the characteristic features of columellaplasm and sporeplasm.] [উঃ। 2.3 (vb) দেখ]

12. সিনোসাইট হাইফা কাকে বলে ? ছবি এঁকে দেখাও। কোন্ গণে মাইসিলিয়ম গঠিত হয় না ? [What is called a coenocyte hypha ? Show the structure with a neat diagram. In which genus mycelium is not formed ?] [উঃ। 2.1 ; 2.1 (footnote ***) দেখ]

13. ভিন্নবাসী প্রজাতি বলতে কি বোঝায় ? আইসোগ্যামি কথাটির অর্থ কি ? [What is meant by dioecious species ? What is isogamy ?] [উঃ। 2.3 (vc) দেখ]

14. প্রোমাইসিলিয়ম কাকে বলে ? জাইগোস্পোরে নিউক্লিয়সের চরিত্র বিশ্লেষণ কর। [What is a promycelium ? Explain the role of nucleus in zygospore.]
[উঃ। 2.3 (v) (c) দেখ]

15. মিউকোরের দুটি প্রজাতির নাম কর। [Name two species of *Mucor*.]
[উঃ। 2.3 (ii) দেখ]

16. মিউকোরের টরুলা দশা কোনটি ? [What is the torula stage of *Mucor* ?]
[উ:। 2.3 (vb) শেষাংশ দেখ]

17. **পার্থক্য নির্দেশ কর** [Distinguish between]

(1) প্রাইমারি হাইফা ও সেকেণ্ডারী হাইফা [Primary and Secondary hypha]
[উ:। 2.1 দেখ]

(2) সেপটেট ও অ্যাসেপটেট হাইফা [Septate and Aseptate hypha] [উ:। 2.1 দেখ]

(3) প্লাজমোগ্যামী ও ক্যারিওগামী [Plasmogamy and caryogamy]
[উঃ। 2. 1-এর শেষাংশ দেখ]

(4) কলুমেলাপ্লাজম ও স্পোরপ্লাজম [Columellaplasm and Sporeplasm]
[উঃ। 2.3 (v) (b) দেখ]

(5) ক্ল্যামাইডোস্পোর ও ওইডিয়া [Chlamydospore and Oidia]
[উঃ। 2.3 (v) (b) শেষাংশ দেখ]

(6) সিনোগ্যামেট ও সিনোসাইট [Coenogamete and Coenocyte]
[উঃ। 2.3 (v) (c) ও 2.1 দেখ]

(7) মিউকোর ও রাইজোপাস [*Mucor* and *Rhizopus*] [উঃ। 2.3 (viii) দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

18. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দগুলি নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences] :

(1) ছত্রাকের কোষপ্রাকার প্রধানত (লিগনিন/কাইটিন/পেকটিন)।

(2) প্রস্থপ্রাকারবিহীন হাইফাকে বলে (মৃতজীবী/সিনোসাইট)।

(3) পুরু প্রাকারাবদ্ধ স্থিররেণু হল (ক্ল্যামাইডোস্পোর/ওইডিয়া)।

(4) জার্ম স্পোরানজিয়মের নিউক্লিয়সটি সর্বদা (হ্যাপলয়েড/ডিপলয়েড/ট্রিপলয়েড)।

(5) হোমোথ্যালিক মাইসিলিয়ম গঠিত হয় (মিউকোর হাইমালিস/মিউকোর মিউকেডো)

19. **শূন্যস্থান পূর্ণ কর** [Fill in the blanks] :

(1) —স্পোরের অঙ্কুরোদ্গম মাধ্যমে মিউকোরের জীবন শুরু হয়। (2) — স্পোরানজিওফোরগুলি গুচ্ছাকারে উৎপন্ন হয়। (3) —গ্যামেটানজিয়ম থেকে আজাইগোস্পোর গঠিত হয়। (4) মিউকোরালিস বর্গে সর্বপ্রথম হেটারোথ্যালিজম আবিষ্কার করেন —। (5) মিউকোর — উপরে জন্মায়।

20. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on]:

(a) হাইফা (Hypha) ; (b) প্লাজমোগ্যামী (Plasmogamy) ; (c) গোনিডিয়ম (Gonidium), (d) কোহল সন্ধান (Alcoholic fermentation) ; (e) প্রোগ্যামেটানজিয়া (Progametangia) ; (f) কলুমেলা (Columella) ; (g) হেটারোথ্যালিজম (Heterothallism) ; (h) জাইগোস্পোর (Zygospore)।
[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

———

3 ॥ শেওলা ॥

Syllabus : *Spirogyra*—Form, structural organisation and reproduction.

3.1. সূচনা [Introduction]

শেওলা বা অলগা* (ল্যাটিন Alga = সমুদ্র আগাছা) অতিপরিচিত নিম্নশ্রেণীর উদ্ভিদ। ছত্রাকের মতো এদের দেহও 'মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত নয়। এই ধরনের দেহকে **থ্যালস** (Thallus) বলে। শেওলাকেও তাই ছত্রাকের মতো **সমাঙ্গদেহী** উদ্ভিদ গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত করা হয়।

পৃথিবীর সর্বত্র শেওলা দেখা যায়। এরা প্রধানত জলবাসী স্থির** বা ধাবমান স্বচ্ছ জলে*** এমন কি মজা পুকুরের জলেও**** এদের দেখা যায়। এছাড়া এমন অনেক শেওলা আছে যারা সমুদ্রবাসী (marine)। শেওলার বাসস্থান অত্যন্ত বৈচিত্র্যময়। ভিজে মাটি, ফুলের টব বা গাছের গুঁড়িতে যেমন এরা বাসা বাঁধে তেমনি উষ্ণ প্রসবণ (যেমন, ফরমিডিয়ম), তুষার প্রভৃতি অস্বাভাবিক পরিবেশেও এরা বাস করতে পারে। দেহে ক্লোরোফিল থাকার জন্য শেওলা নিজের খাদ্য নিজেই তৈরী করে নেয়, অর্থাৎ এরা **স্বভোজী** (Autophyte)। তা সত্ত্বেও শেওলাকে **পরাশ্রয়ী** (epiphyte, যেমন ইডোগোনিয়ম) ; **পরজীবী** (parasite, যেমন সিফালিউরম) বা **মিথোজীবী** (symbiont, যেমন অ্যানাবিনা) হিসাবে বাস করতে দেখা যায়।

শেওলার দৈহিক গঠন-বৈচিত্র্য অত্যন্ত উল্লেখযোগ্য ; এদের দেহ এককোষী বা সরল বহুকোষী। অনেক এককোষী শেওলা কলোনী করে বাস করে। বহুকোষী শেওলার দেহ অসংখ্য সূত্রাকার শাখাপ্রশাখায় বিভক্ত। এদের কোষপ্রাকারে সেলুলোজ থাকে। শেওলার বিভিন্ন গোষ্ঠীতে সালোকসংশ্লেষকারী রঙ্গক (Photosynthetic pigment) পদার্থের বৈচিত্র্য উল্লেখযোগ্য। স্বভোজী হিসাবে উন্নত সবুজ উদ্ভিদের সঙ্গে এদের সাদৃশ্য উল্লেখযোগ্য। সরল অজৈব পদার্থ থেকে এরাও শর্করাজাতীয় খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে। কোষের সাইটোপ্লাজমে গোষ্ঠীভেদে স্টার্চ, লিপিড, তৈলবিন্দু, লাইকোসিন, ম্যানিটল প্রভৃতি সঞ্চিত পদার্থ বিদ্যমান।

শেওলা অঙ্গজ, অযৌন ও যৌনজনন পদ্ধতির দ্বারা বংশবিস্তার করে। নিম্নশ্রেণীর শেওলা (সায়ানোফাইসি) বাদে অধিকাংশ গোষ্ঠীর শেওলায় জনুক্রম লক্ষ্য করা যায়।

3.2. শেওলার কয়েকটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য [A few general characteristics of algae]

(1) সমাঙ্গদেহী উদ্ভিদদেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত নয়।

(2) দেহ আণুবীক্ষণিক এককোষী বা সরল বহুকোষী।

---

* একবচন ; অলগি (Algae) বহুবচন।

** স্থির জলে স্পাইরোগাইরা, ভলভক্স ইত্যাদি।

*** ধাবমান জলে ইউলোথ্রিকস, ভাউকেরিয়া ইত্যাদি।

**** মজা পুকুরের জলে ক্ল্যামাডোমোনাস, হাইড্রোডিকটিয়ন ইত্যাদি।

(3) ক্লোরোফিল বর্তমান।

(4) পুষ্টিপদ্ধতি প্রধানতঃ স্বভোজী।

(5) কোষপ্রাকারে সেলুলোজ থাকে।

3.3. স্পাইরোগাইরা

[Spirogyra]

[*Spirogyra* = গ্রীক, *Speira* = কুণ্ডলী, *gyros* = বক্র]

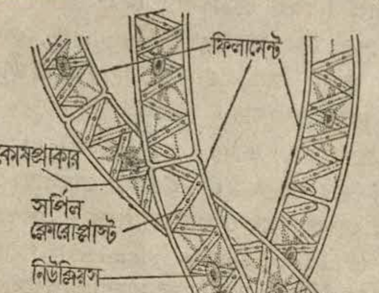
(i) **উদ্ভিদজগতে স্থান** [Systematic position]

[শ্রেণী (class)—ক্লোরোফাইসী (Chlorophyceae) ; বর্গ (order)—কনজুগালিস (Conjugalis) ; গোত্র (Family)—জিগনিমাটাসী (Zygnemataceae) ; গণ (Genus)—স্পাইরোগাইরা (*Spirogyra*)]

(ii) **কয়েকটি সাধারণ ভারতীয় প্রজাতি** [A few common Indian species]

(1) স্পাইরোগাইরা ম্যাক্সিমা (*Spirogyra maxima*) ; (2) স্পাইরোগাইরা নেগলেকটা (*S. neglecta*) ; (3) স্পাইরোগাইরা ইলঙ্গাটা (*S. elongata*) ; (4) স্পাইরোগাইরা নিটিডা (*S. nitida*) ইত্যাদি।

(iii) **বসতি (Habitat)** : স্পাইরোগাইরা মিঠাজলের অতি সাধারণ একটি বহুকোষী সবুজ শেওলা। সাধারণত খাল, বিল, হ্রদ, পুকুর, ডোবা প্রভৃতি জলাশয়ের বদ্ধ ও স্থির জলে এরা একত্রে ভেসে বেড়ায়। অনেক সময় অল্প স্রোতযুক্ত ঝরণা বা নদীর জলেও স্পাইরোগাইরা দেখতে পাওয়া যায়। এই রকম পরিবেশে **স্পাইরোগাইরা অ্যাডনাটা** (*S. adnata*) নামে প্রজাতিটি নীচের কোষকে* আঙুলের মতো ছড়িয়ে দিয়ে **বন্ধক** বা **হোল্ডফাস্ট** (holdfast) সৃষ্টি করে এবং তা দিয়েই কোন বস্তুর সঙ্গে নিজেকে সংলগ্ন রাখে।



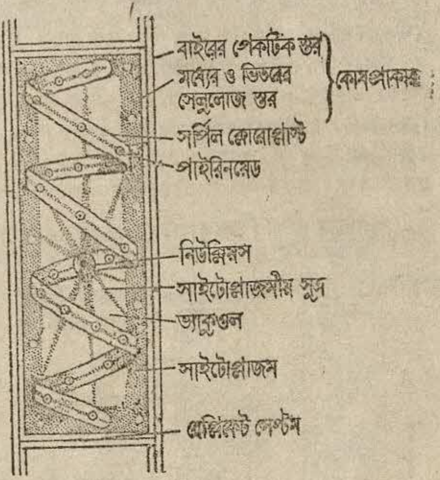
চিত্র : 3.1. স্পাইরোগাইরার সূত্রাকার দেহগঠন

(iv) **দেহগঠন** (Vegetative structure) : স্পাইরোগাইরার লম্বা দেহ শাখাহীন **ফিলামেন্ট** অর্থাৎ সূতার মতো (filamentous)। পরস্পর সজ্জিত একসারি বেলনাকার কোষ দ্বারা ফিলামেণ্ট বা দেহসূত্র গঠিত (চিত্র : 3.1)। হোল্ডফাস্ট গঠনকারী কোষ ছাড়া প্রায় সব কোষই দেখতে একরকম। প্রতিটি কোষের দৈর্ঘ্য প্রস্থ অপেক্ষা কয়েকগুণ বেশী। স্পাইরোগাইরার দেহে তিনস্তরবিশিষ্ট সুস্পষ্ট কোষপ্রাকার বর্তমান। ভিতরের দুটি স্তর সেলুলোজ ও বাইরের স্তরটি পেকটিক যৌগ দ্বারা গঠিত (চিত্র : 3.2)। জলের সংস্পর্শে পেকটিক যৌগ দ্রবীভূত হয়ে যায় বলে স্পাইরোগাইরার দেহ হয় অত্যন্ত পিচ্ছিল। উজ্জ্বল ও

* রাইজয়েডীয় কোষ (Rhizoidal cell)

অত্যন্ত পিচ্ছিল আবরণের জন্যই স্পাইরোগাইরাকে চকচকে দেখায়। সাধারণের কাছে তাই স্পাইরোগাইরা '**জলের রেশম**' (Water-Silk or Pond-Silk) নামে পরিচিত।

পরিণত হবার সময় কোষের আয়তন বৃদ্ধির সঙ্গে সামঞ্জস্য রেখে দ্রুত তালে সাইটোপ্লাজমের বৃদ্ধি না ঘটায় কোষের কেন্দ্রে ক্রমশঃ একটি বড় গহ্বর বা **ভ্যাকুওল** সৃষ্টি হয়। এর ফলে সাইটোপ্লাজম পিছু হটে কোষ-প্রাকার সংলগ্ন একটি সূক্ষ্ম স্তরে (**প্রাইমরডিয়াল ইউট্রিকল**, Primordial utricle) সংলগ্ন থাকে।



চিত্র : 3.2- স্পাইরোগাইরার একটি বিবর্ধিত কোষ

কোষের কেন্দ্রস্থলে থাকে একটি **নিউক্লিয়াস**। নিউক্লিয়সকে ঘিরে থাকা সাইটোপ্লাজম আবরণ প্রসারিত আঙুলের ন্যায় সূত্রাকারে কিনারার দিকে বিন্যস্ত হয়ে কোষ-প্রাকার সংলগ্ন সাইটোপ্লাজম স্তরের (অর্থাৎ প্রাইমরডিয়াল ইউট্রিকলের) সঙ্গে যুক্ত হয়। এইভাবে সাইটোপ্লাজমীয় সূত্র দ্বারা নিউক্লিয়সটি কেন্দ্রীয় গহ্বরে ভাসমান থাকে (চিত্র : 3.2)।

স্পাইরোগাইরার প্রধান চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য হল এর ফিতার মতো **সর্পিল ক্লোরোপ্লাস্ট**। সর্পিল ক্লোরোপ্লাস্টের জন্যই শেওলাটির নাম হয়েছে স্পাইরোগাইরা। ক্লোরোপ্লাস্ট লম্বালম্বি ভাবে কোষ-প্রাকার সংলগ্ন প্রাইমরডিয়াল ইউট্রিকলে সর্পিলাকারে বিন্যস্ত থাকে। প্রতিকোষে সর্পিল ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যা এক বা একাধিক। ক্লোরোপ্লাস্ট ফিতা সরু হলে মসৃণ; স্থূল হলে খাঁজকাটা। তাতে প্রচুর বর্ণহীন, চকচকে ডিম্বাকার প্রোটিন জাতীয় দানা—**পাইরিনয়েড** (Pyrenoid) পর্যায়ক্রমে সমদূরত্বে সাজান থাকে। এগুলি প্রকৃতপক্ষে স্পাইরোগাইরার সঞ্চিত খাদ্য।

(v) **পুষ্টি** (Nutrition) : দেহে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকায় স্পাইরোগাইরা নিজেই নিজের শর্করা খাদ্য তৈরী করে নেয়, অর্থাৎ শেওলাটি **স্বভোজী** (autophyte) এবং তার পুষ্টি পদ্ধতি **অটোট্রফিক** (autotrophic)।

(vi) **বৃদ্ধি** (Growth) : অগ্রকোষ ছাড়া স্পাইরোগাইরার সূত্রাকার দেহের অন্তর্বর্তী যে কোন কোষ মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে কোষের সংখ্যা বৃদ্ধি করে। এরই ফলে দেহ লম্বায় বড় হয়। এই ধরনের বৃদ্ধিকে **নিবেশিত** (Intercalary) বৃদ্ধি বলে।

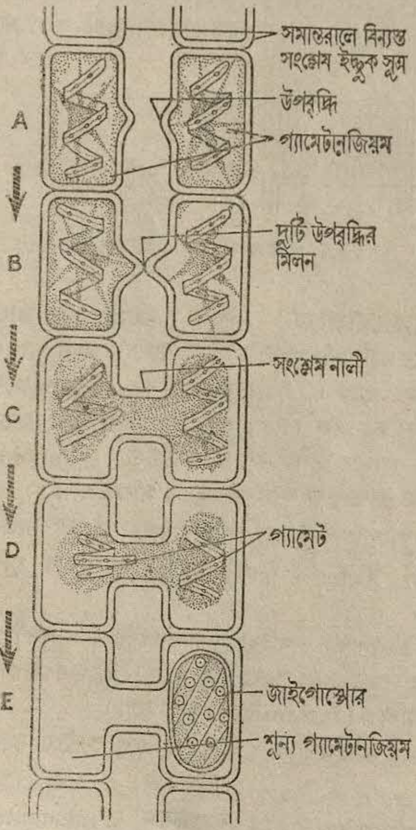
(vii) **জনন** (Reproduction) : প্রধানত **অঙ্গজ ও যৌন** পদ্ধতিতে স্পাইরোগাইরা জনন ক্রিয়া সম্পাদন করে।

(a) **অঙ্গজ জনন** (Vegetative reproduction) : **খণ্ডভবন** (Fragmentation) অঙ্গজ জননের সহজ পদ্ধতি। প্রধানত বর্ষাকালে বিভিন্ন কারণে স্পাইরোগাইরার লম্বা দেহ খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত হয়ে যায়। প্রতিটি খণ্ড মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে নতুন স্পাইরোগাইরা সূত্র গঠন করে।

(b) **যৌন জনন** (Sexual reproduction) : প্রতিকূল পরিবেশে অর্থাৎ গ্রীষ্মের প্রারম্ভে জলাশয়ের জল শুকিয়ে যাবার উপক্রম হলে অথবা উত্তাপের তারতম্য ঘটলে স্পাইরোগাইরায় যৌন জনন শুরু হয়। স্পাইরোগাইরায় যৌন জননের সহজ উপায় হল **সংশ্লেষ** বা **কনজুগেশান** (Conjugation)। এই প্রক্রিয়ায় দেখতে একই রকম দুটি কোষের প্রোটোপ্লাস্ট (গ্যামেট) সম্পূর্ণভাবে একে অপরের সঙ্গে মিশে যায়। এই পদ্ধতিকে যৌন মিলনের আদি রূপ বলে মনে করা হয়।

গঠনের দিক থেকে দুটি গ্যামেট একই রকমের (আইসোগ্যামেট, Isogamete) হলেও একটি ফিলামেন্টের গ্যামেট গতিশীল হয়ে সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করে, অথচ অন্য ফিলামেন্টের গ্যামেট নিষ্ক্রিয় (passive) থেকে চলমান গ্যামেটকে গ্রহণ করে। অর্থাৎ, দেখতে একই রকম হলেও শারীরবৃত্তীয়ভাবে এদের প্রথমটিকে পুং (সক্রিয় গ্যামেট) ও দ্বিতীয়টিকে স্ত্রী (নিষ্ক্রিয় ও গ্রহণকারী গ্যামেট) বলা চলে। সুতরাং এখানে প্রকৃত অর্থে **শারীরবৃত্তীয় অসমসংশ্লেষ** (Physiologically anisogamy) ঘটে।

স্পাইরোগাইরা **ভিন্নবাসী** (Dioecious) বা **সহবাসী** (Monoecious)। ভিন্নবাসী স্পাইরোগাইরায় সোপানাকার বা **স্ক্যালারিফর্ম কনজুগেশান** এবং সহবাসী স্পাইরোগাইরায় পার্শ্বীয় বা **ল্যাটারল কনজুগেশান** লক্ষ্য করা যায়।

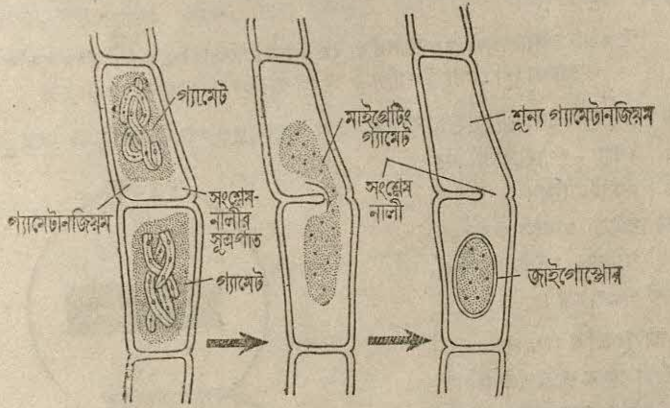


চিত্র : 3.3. স্পাইরোগাইরার স্ক্যালারিফর্ম কনজুগেশান

1. **স্ক্যালারিফর্ম কনজুগেশান** (Scalariform conjugation) (চিত্র : 3.3) : ভিন্নবাসী প্রজাতির ক্ষেত্রে প্রায়ই এই জাতীয় জনন পদ্ধতি অনুসৃত হয়। এই প্রক্রিয়ার শুরুতে সংশ্লেষকামী দুটি স্পাইরোগাইরা-ফিলামেন্ট পরস্পরের সমান্তরালে অবস্থান করে এবং তাদের বিপরীত দুটি কোষ থেকে মুখোমুখি দুটি **উপবৃদ্ধি** (outgrowth) বা **প্যাপিলা** (papilla) গঠিত হয়। প্যাপিলা দুটি ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায় এবং শীঘ্রই পরস্পরকে স্পর্শ করে। এই অবস্থায় উভয় প্যাপিলার মধ্যে বাধা সৃষ্টিকারী প্রান্তপ্রাকার (end-walls) প্রোটোপ্লাজম নিঃসৃত সাইটেজ (cytase) এনজাইমের প্রভাবে গলে গিয়ে একটি **সংশ্লেষনালী** বা **কনজুগেশান টিউব** (Conjugation tube) গঠন করে। ইতিমধ্যে সংশ্লিষ্ট দুটি ফিলামেন্টের পরস্পর বিপরীত কোষের প্রোটোপ্লাস্ট সংকুচিত হয়ে গ্যামেট সৃষ্টি করে। গ্যামেট সৃষ্টিকারী কোষকে **জনন কোষাধার** বা **গ্যামেটানজিয়ম** (Gametangium) বলে। একটি ফিলামেন্টের তথাকথিত সক্রিয় (পুং) গ্যামেটগুলি সংশ্লিষ্ট সংশ্লেষনালী বা কনজুগেশান

টিউবের মধ্যে দিয়ে অগ্রসর হয়ে বিপরীত ফিলামেণ্টের নিষ্ক্রিয় (স্ত্রী) গ্যামেটগুলিকে সংশ্লেষিত করে ; ফলে জাইগোস্পোর সৃষ্টি হয়। প্রতিটি গ্যামেটে **হ্যাপলয়েড** (haploid) বা 'n' সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকে। তাই সংশ্লেষের ফলে উৎপন্ন **জাইগোস্পোর** (zygospore) -এর ক্রোমোজোম সংখ্যা দাঁড়ায় '2n' বা **ডিপলয়েড** (diploid)। সাধারণতঃ সংশ্লেষে লিপ্ত দুটি ফিলামেণ্টের মধ্যে একটির সব গ্যামেট বিপরীত দিকের ফিলামেণ্টে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যামেটগুলিকে সংশ্লেষিত করে বলে একদিকের জননকোষাধার বা গ্যামেটানজিয়মগুলি শূন্য থেকে যায় ; কিন্তু বিপরীত গ্যামেটানজিয়মগুলি জাইগোস্পোর দ্বারা পূর্ণ থাকে। এই যৌন জনন প্রক্রিয়ায় কনজুগেশান টিউবগুলি ধাপে ধাপে দুটি ফিলামেণ্টের মধ্যে মই বা সিঁড়ির ধাপের মতো সংযোগ রক্ষা করে। সেজন্যই এই সংশ্লেষ প্রক্রিয়াকে **সোপানাকার** বা **স্ক্যালারিফর্ম কনজুগেশান** বলে।

(2.) **পার্শ্বীয় বা ল্যাটারল কনজুগেশান** (Lateral conjugation) (চিত্র : 3.4) : আগেই বলা হয়েছে যে সহবাসী প্রজাতির স্পাইরোগাইরার দেহে ল্যাটারল কনজুগেশান

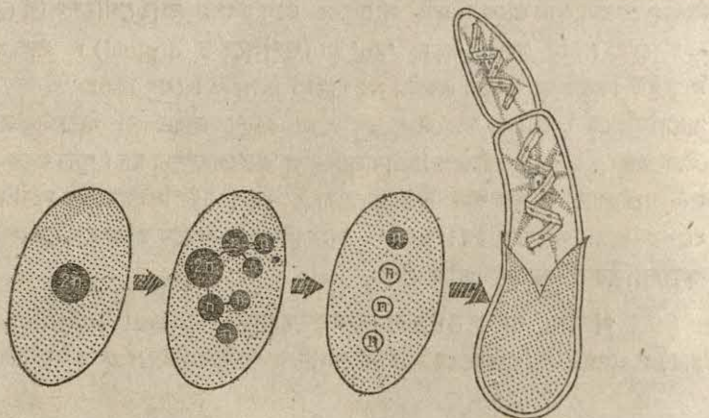


চিত্র : 3.4 স্পাইরোগাইরার ল্যাটারল কনজুগেশান

লক্ষ্য করা যায়। অর্থাৎ, এই প্রক্রিয়ায় দুটি পৃথক ফিলামেণ্টের প্রয়োজন হয় না—একই ফিলামেণ্টের উপর-নীচে অবস্থিত দুটি কোষের মধ্যে সংশ্লেষ সম্পন্ন হয়। এখানে কোষদুটির সাধারণ বিভেদ-প্রাকারের একপ্রান্ত ফুলে উঠে সংশ্লেষনালী বা কনজুগেশান টিউবের সূত্রপাত। ক্রমশঃ বিভেদপ্রাকার বিচ্ছিন্ন হয়ে সংশ্লেষনালী গঠিত হয়। এরপর যথারীতি উপরের গ্যামেটটি (মাইগ্রেটিং গ্যামেট) সক্রিয় হয়ে নীচের নিষ্ক্রিয় গ্যামেটের দিকে চলে যায় এবং তাকে সংশ্লেষিত করে। সংশ্লেষিত নিষ্ক্রিয় গ্যামেট থেকে ক্রমশঃ জাইগোস্পোর উৎপন্ন হয়।

উভয় প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন জাইগোস্পোরই ডিম্বাকার বা গোলাকার লাভ করে। তারপর কঠিন প্রাকারাবদ্ধ হয়ে তথাকথিত জননকোষাধারেই থেকে যায় ; অথবা জননকোষাধার ফেটে গিয়ে মুক্ত জাইগোস্পোর জলাশয়ের তলায় চলে যায়। প্রতিকূল পরিবেশে জাইগোস্পোর বহুদিন বেঁচে থাকতে পারে। অনুকূল পরিবেশে জাইগোস্পোরের অঙ্কুরিত হওয়ার সম্ভাবনা দেখা দিলে তার ডিপলয়েড (2n) নিউক্লিয়স মায়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে চারখণ্ড হ্যাপলয়েড

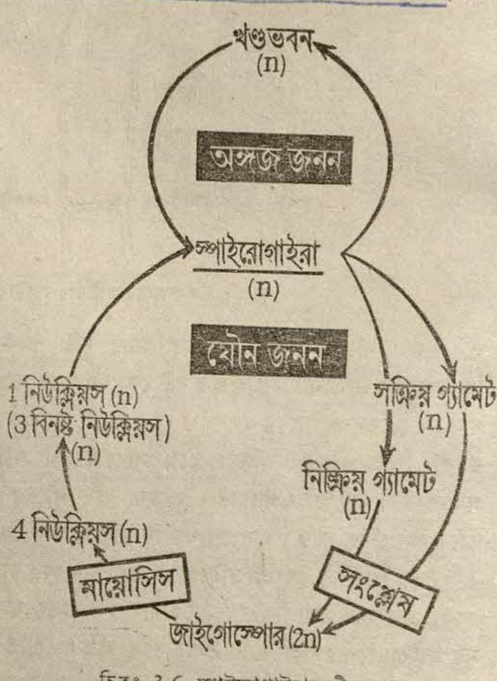
(n) নিউক্লিয়স গঠন করে। এদের মধ্যে তিনটি নষ্ট হয় কিন্তু চতুর্থটি সাইটোপ্লাজম দ্বারা আবদ্ধ হয়ে একটি সক্রিয় কোষ গঠন করে। ইতিমধ্যে জাইগোস্পোরের স্থূল বাইরের প্রাকার



চিত্র : 3.5 স্পাইরোগাইরার ডিপলয়েড (2n) জাইগোস্পোর থেকে মায়োসিস পদ্ধতি হ্যাপলয়েড (n) স্পোর উৎপাদন ও তা থেকে নতুন স্পাইরোগাইরার উৎপত্তি

ফাটিয়ে অন্তস্ত্বকসহ কোষটি বাইরে বেরিয়ে আসে এবং শিশু স্পাইরোগাইরার জন্ম দেয় (চিত্র : 3.5)। শিশু স্পাইরোগাইরায় ক্রমাগত মাইটোসিস কোষ বিভাজন ঘটতে থাকলে একসময় পূর্ণাঙ্গ ও পরিণত স্পাইরোগাইরা ফিলামেণ্ট গঠিত হয়।

3. **অপুংজনি** (Parthenogenesis)ঃ কোন কারণে উল্লিখিত সংশ্লেষ অর্থাৎ স্বাভাবিক প্রক্রিয়া বিফল হলে গ্যামেটগুলি বিশেষভাবে পরিবর্তিত হয়ে **পার্থেনোস্পোর** (Parthenospore) বা **আজাইগোস্পোর** (Azygospore) গঠন করে। আজাইগোস্পোর অঙ্কুরিত হয়ে পূর্ণাঙ্গ স্পাইরোগাইরা ফিলামেণ্টের জন্ম দেয়। দুটি গ্যামেটের মিলন ছাড়াই এই ধরনের জনন প্রক্রিয়াকে **অপুংজনি** বা **পার্থেনোজেনেসিস** বলে।



চিত্রঃ 3.6 স্পাইরোগাইরার জীবনচক্র

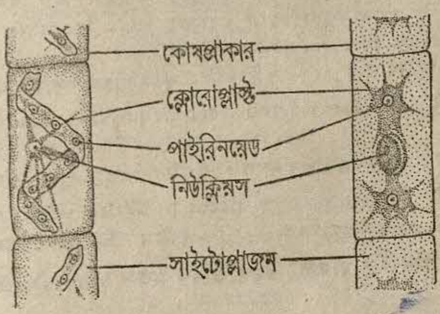
(viii) **স্পাইরোগাইরার অর্থ নৈতিক গুরুত্ব** (Economic importance of

Spirogyra) ঃ স্পাইরোগাইরায় প্রচুর ভাইটামিন A ও E থাকে। অনেক জায়গায় স্পাইরোগাইরাকে শুকিয়ে বাণ্ডিল বেঁধে বাজারে বিক্রি করা হয়।

(x) **স্পাইরোগাইরার কয়েকটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য** (Some diagnostic features of *Spirogyra*) ঃ

1. স্পাইরোগাইরা **মুক্ত ভাসমান** সূত্রাকার শেওলা।
2. অশাখ ফিলামেন্টের **আগা বা গোড়ার মধ্যে কোন প্রভেদ নেই**।
3. **প্রস্থ অপেক্ষা লম্বায় বড়** কোষগুলি উপর-নীচে সংলগ্ন থাকে।
4. এরা **স্বভোজী** অর্থাৎ পুষ্টিপদ্ধতি **অটোট্রফিক**।
5. পাইরিনয়েডসমৃদ্ধ ফিতার মতো **ক্লোরোপ্লাস্ট সর্পিলাকারে বিন্যস্ত** থাকে।
6. **অঙ্গজ ও যৌন** পদ্ধতিতে জনন সম্পন্ন হয়।
7. স্ক্যালারিফর্ম অথবা ল্যাটারল দুটি পদ্ধতিতে যৌন জনন সম্ভব।
8. স্পাইরোগাইরা ফিলামেন্ট ভাইটামিন A ও E-তে সমৃদ্ধ।

3.4. স্পাইরোগাইরার সঙ্গে তার নিকট আত্মীয় জিগনিমার পার্থক্য [Distinction between *Spirogyra* and its relative *Zygnema*]



চিত্র ঃ 3.7 স্পাইরোগাইরা ও জিগনিমার গঠনগত পার্থক্য

স্পাইরোগাইরা	জিগনিমা
1. অধিকাংশ ক্ষেত্রে ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যা এক।	1. ক্লোরোপ্লাস্টের সংখ্যা দুই।
2. ক্লোরোপ্লাস্ট ফিতার মতো (ribbon-like) এবং সর্পিলাকারে বিন্যস্ত।	2. ক্লোরোপ্লাস্ট তারকাকার (stellate)।
3. নিউক্লিয়াস সর্পিল ক্লোরোপ্লাস্টের কোণে অথবা কোষের কেন্দ্রে সাইটোপ্লাজম সূতোয় ঝুলে থাকে।	3. নিউক্লিয়াস দুটি ক্লোরোপ্লাস্টের মধ্যে সাইটোপ্লাজম সূতোয় ঝুলে থাকে।
4. ক্লোরোপ্লাস্ট ফিতায় বহু পাইরিনয়েড থাকে।	4. প্রতিটি ক্লোরোপ্লাস্টে একটি করে অর্থাৎ প্রতি কোষে দুটি পাইরিনয়েড থাকে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long answer type /Essay type questions]

1. স্পাইরোগাইরার একটি কোষের গঠন বর্ণনা কর এবং এর অঙ্গজ ও অযৌন পদ্ধতির উল্লেখ কর। [Describe the structure of a *Spirogyra* cell and give its means of vegetative and sexual reproduction.] [উঃ। 3.3 (iv) ও (vii) (a) দেখ]

2. হোল্ডফাস্ট বা বন্ধক কি? কোন প্রজাতির স্পাইরোগাইরায় হোল্ডফাস্ট আছে? স্পাইরোগাইরার যৌন জনন পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [What is holdfast? In which species holdfast is found? Describe the sexual reproduction of *Spirogyra*.] [উঃ। 3.3. (iii) ও (vii) b দেখ]

3. সংশ্লেষ কাকে বলে? স্পাইরোগাইরার জীবন-ইতিহাসে এই পদ্ধতিটির পূর্ণ বিবরণ দাও। [What is conjugation? Describe this process in the life-history of *Spirogyra* in detail] [উঃ। 3.3 (vii)b দেখ]

4. স্পাইরোগাইরার কয়েকটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। অপুংজনি কাকে বলে? স্পাইরোগাইরার কোন অর্থনৈতিক গুরুত্ব আছে কি? [Mention some diagnostic features of *Spirogyra*. What is parthenogenesis? Is there any economic importance of *Spirogyra*?] [উঃ। 3.3 (vii) 3 এবং (viii) দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

5. স্পাইরোগাইরা কোন গোত্রভুক্ত উদ্ভিদ? স্পাইরোগাইরার সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যটির উল্লেখ কর। [Which family does *Spirogyra* belong to? Mention one of the most important characteristic features of *Syirogyra*.] [উঃ। 3.1 (I) ও 3.3 (x) দেখ]

6. 'জলের রেশম' কাদের বলা হয়? শারীরবৃত্তীয় অসমসংশ্লেষ বলতে কি বোঝ? [Which are called 'pond silk'? What do you mean by physiologically anisogamy.] [উঃ। 3.3 (iv) ও (vii) দেখ]

7. পাইরিনয়েড কি? এগুলি কোথায় থাকে? স্পাইরোগাইরার পুষ্টি ও বৃদ্ধি সম্বন্ধে যা জান লেখ। [What is pyrenoid? Where do they occur? Write what you know about nutrition and growth of *Spirogyra*.] [উঃ। 3.3 (iv) শেষাংশ ; (v) ও (vi) দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

8. স্পাইরোগাইরার বসতি কোথায়? স্পাইরোগাইরাকে চকচকে দেখায় কেন? [What is the habitat of *Spirogyra*? Why it appears shinning?] [উঃ। 3.3 (iii) ও (iv) দেখ]

9. জিগনিমার সঙ্গে স্পাইরোগাইরার পার্থক্য কি? [What is the difference between *Zygnema* and *Spirogyra*.] [উঃ। 3.4 দেখ]

10. একটি স্পাইরোগাইরা কোষের লেবেলযুক্ত ছবি আঁক [Make a lebelled sketch of a *Spirogyra* cell.] [উঃ। চিত্র : 3.2 দেখ]

11. স্পাইরোগাইরার নিউক্লিয়সটি কোথায় থাকে? ল্যাটারল কনজুগেশানে কোথায় সংশ্লেষনালী গঠিত হয় ছবি এঁকে দেখাও। [Where does nucleus occur in *Spirogyra*? Show with the help of a diagram the region where the conjugation tube is formed during lateral conjugation.] [উঃ। 3.3 (iv) ও (vii) 2 দেখ]

12. আইসোগ্যামেট কাকে বলে? স্পাইরোগাইরায় আইসোগ্যামেটের চরিত্র কি? [What is an isogamete? What is the nature of isogamete in *Spirogyra*? [উঃ। 3.3 (vii) b দেখ]

13. জাইগোস্পোরের ক্রোমোজোম সংখ্যা কত? হ্যাপলয়েড ক্রোমোজোম সংখ্যা কখন ফিরে আসে? [What is the chromosome number of zygospore? Where and when the haploid number of chromosome comes back?] [উঃ। 3.3 (vii) b 1 দেখ]

14. পার্থক্য নির্দেশ কর [Distinguish between]

(1) স্কালারিফর্ম কনজুগেশান ও ল্যাটারল কনজুগেশান [Scalariform and lateral conjugation]
[উ: । 3.3 (vii) b 1 ও 2 দেখ]

(2) মাইগ্রেটিং গ্যামেট ও প্যাসিভ গ্যামেট [Migrating gamete an passive gametes]
[উ: । 3.3 (vii) b 2 দেখ]

(3) জাইগোস্পোর ও আজাইগোস্পোর [Zygospore and Azygospore]
[উ: । 3.3 (vii) b 1 ও 2 এবং 3 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচন ভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

15. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দগুলি নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর। [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences.]

(1) দুটি গ্যামেটের মিলন ছাড়াই জনন প্রক্রিয়াকে বলে (ল্যাটারল কনজুগেশান/পার্থেনোজেনেসিস)।
(2) স্পাইরোগাইরার ফিলামেন্টে (ভাইটামিন A ও E/প্রোটিন/কার্বোহাইড্রেট) পাওয়া যায়।
(3) স্পাইরোগাইরার যৌন জননকে (নিষেক/সংশ্লেষ) বলে।
(4) স্পাইরোগাইরার ক্লোরোপ্লাস্টে ফিতা বিন্যস্ত থাকে (বলয়াকারে/সর্পিলাকারে)।
(5) স্পাইরোগাইরার দেহসূত্র (আয়তক্ষেত্রাকার/বেলনাকার) কোষ দ্বারা গঠিত।

16. শূন্যস্থান পূর্ণ কর [Fill in the blanks]

(1) স্পাইরোগাইরা একটি — কোষী — শেওলা। (2) — সৃষ্টি করে স্পাইরোগাইরা কোন বস্তুর সঙ্গে নিজেকে সংলগ্ন রাখে। (3) স্পাইরোগাইরায় কোষের সংখ্যা বৃদ্ধির পদ্ধতিকে — বৃদ্ধি বলে। (4) প্রোটোপ্লাজম নিঃসৃত – এনজাইমের প্রভাবে প্রান্তপ্রাকার গলে গিয়ে — গঠিত হয়। (5) গ্যামেট সৃষ্টিকারী কোষকে — বলে।

17. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ [Write short notes on] :

(a) আজাইগোস্পোর (Azygospore), (b) অপুংজনি (Parthenogenesis), (e) স্কালারিফর্ম কনজুগেশান (Scalariform conjugation), (d) পাইরিনয়েড (Pyrenoid), (e) সংশ্লেষনালী (Conjugation tube), (f) জলের রেশম (Water silk), (g) বন্ধক (Holdfast), (h) প্রাইমরডিয়াল ইউট্রিকল (Primordial utricle), (i) সংশ্লেষ (Conjugation), (j) গ্যামেটানজিয়ম (Gametangium), (k) শারীরবৃত্তীয় অসমসংশ্লেষ (Physiologically anisogamy), (l) জাইগোস্পোর (Zygospore)।
[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

4 ॥ ব্রায়োফাইট ॥

Syllabus : Distinctive features, reproduction and alternation of generation with reference to *Pogonatum*.

ব্রায়োফাইট
[Bryophyte]

[*Bryophyte* : গ্রীক—*Bryon* = মস ; *Phyton* = উদ্ভিদ]

4.1. সূচনা [Introduction]

ব্রায়োফাইটা গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদকে **ব্রায়োফাইট** বা **মসজাতীয় উদ্ভিদ** বলা হয়। এরা ছত্রাক, শেওলা প্রভৃতি সমাঙ্গদেহী (thallophyta) উদ্ভিদ থেকে কিছুটা উন্নত অপুষ্পক গোষ্ঠীর উদ্ভিদ। প্রধানতঃ স্থলবাসী এই উদ্ভিদগোষ্ঠী পৃথিবীর প্রায় সব দেশে ঠাণ্ডা অথচ স্যাঁতসেঁতে পরিবেশে বসবাস করে। সেজন্যে এরা "**উদ্ভিদ রাজ্যের উভচর**" (Amphibians of plant kingdom) নামে পরিচিত।

4.2. চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য [Distinctive features]

(1) নিম্নশ্রেণীর ব্রায়োফাইটের দেহ সাধারণতঃ **থ্যালস**—অর্থাৎ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত নয় (যেমন, **রিকসিয়া**)। কিন্তু উন্নত ব্রায়োফাইটের দেহ কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত (যেমন, **পোগোনেটম**)।

(2) ব্রায়োফাইটের দেহে প্রকৃত মূল নেই—মূলের কাজ **রাইজয়েড** (Rhizoid) নামে বিশেষ একপ্রকার সূতোর মতো অঙ্গ দ্বারা সম্পন্ন হয়।

(3) শেওলার মতো এদের প্রকট ও স্থায়ী ও স্বাবলম্বী দশাটি হল **গ্যামেটোফাইট** (Gametophyte) অর্থাৎ **লিঙ্গধর উদ্ভিদ**। এটি প্রকৃতপক্ষে স্বনির্ভর (independent) এবং যৌন অঙ্গ বহনকারী যৌন জনন সংক্রান্ত দশা।

(4) এদের অস্থায়ী দশাটি হল **স্পোরোফাইট** (Sporophyte) বা **রেণুধর উদ্ভিদ**। অযৌন জননে সাহায্যকারী এই দশাটি সম্পূর্ণভাবে গ্যামেটোফাইটের উপর নির্ভরশীল।

(5) কাজেই এদের জীবনচক্রে নিয়মিত **জনুক্রম** (alternation of generation) বর্তমান। স্বাবলম্বী উদ্ভিদ নিজে **গ্যামেটোফাইট** (হ্যাপলয়েড 'n' দশা) যা পর্যায়ক্রমে **স্পোরোফাইট** (ডিপলয়েড বা '2n' দশা)-এর সঙ্গে চক্রাকারে আবর্তিত হয়।

(6) স্পোরোফাইট (2n) থেকে উৎপন্ন স্পোর বা রেণু (n) উপযুক্ত স্থানে (মাটিতে পড়লে অঙ্কুরিত হয় এবং **প্রোটোনিমা** (Protonema) নামে সবুজ সূতোর মতো বিশেষ

একপ্রকার অঙ্গ গঠন করে। প্রোটোনিমা থেকে উৎপন্ন মুকুল সরাসরি গ্যামেটোফাইট বা লিঙ্গধর উদ্ভিদের জন্ম দেয়।

(7) ব্র্যায়োফাইটাভুক্ত উদ্ভিদে জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা থাকে না।

(8) শুক্রাণু কেবল সাঁতার দিয়ে এগুতে পারে বলে জল থাকলে তবেই নিষেক (fertilization) সম্ভব হয়। এ থেকেই বোঝা যায় যে ব্রায়োফাইটের দেহে পুরোপুরি স্থলবাসী হবার যোগ্য অভিযোজন ঘটেনি।

(9) নিষেক পদ্ধতি **উগ্যামাস** (Oogamous)। নিষিক্ত ডিম্বাণুর বিরামদশা (resting period) অথবা স্বাধীন সত্ত্বা নেই।

4.3. ব্রায়োফাইটের উৎপত্তি [Origin of Bryophytes]

ব্রায়োফাইটের উৎপত্তি ব্যাখ্যা করে দুটি মতবাদ ব্যক্ত করা হয়েছে—একটির মতে এরা শেওলা থেকে বিবর্তিত হয়ে জন্মেছে, অন্যটির মতে টেরিডোফাইট থেকে এদের উৎপত্তি হয়েছে। তবে অধিকাংশ বিজ্ঞানীর মতে **ক্লোরোফাইসি** (Chlorophyceae) গোষ্ঠীর শেওলা ক্রমাগত বিবর্তিত হয়ে ব্রায়োফাইটের জন্ম দিয়েছে।

4.4. পোগোনেটম
[Pogonatum]

(i) উদ্ভিদজগতে স্থান [Systematic position]

[শ্রেণী (class)—ব্রায়োপসিডা (Bryopsida) ; বর্গ (Order)—পলিট্রিকালিস (Polytrichales) ; গোত্র (Family)—পলিট্রিকাসী (Polytricaceae) ; গণ (Genus)—পোগোনেটম (*Pogonatum*)]

(ii) কয়েকটি সাধারণ ভারতীয় প্রজাতি [A few Common Indian Species]

পোগোনেটম মাইক্রোস্ট্রোমাম (*Pogonatum microstromum*) ; পোগোনেটম পেরিকিটিয়ালি (*P. perichaetiale*) ; পোগোনেটম স্টিভেনসাই (*P. stivensii*) ইত্যাদি।

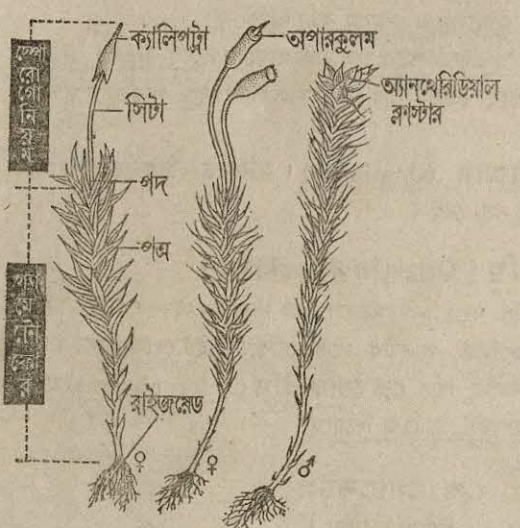
(iii) **বসতি** (Habitat) ঃ পোগোনেটম সাধারণতঃ ভিজা স্যাঁতসেঁতে মাটি বা পাথরের উপর সম্বদ্ধভাবে ভেলভেটের মতো আস্তরণ রচনা করে। বড় বড় গাছের ছায়া পছন্দ করলেও উপযুক্ত পরিবেশে বাড়ীর দেওয়াল এমন কি উন্মুক্ত প্রান্তরেও এরা বসবাস করে। পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র প্রধানতঃ শীতপ্রধান এবং নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে এরা জন্মায়। ভারতে হিমালয়ের পার্বত্য অঞ্চলে 3000—8000 ফুট উচ্চতার মধ্যে এদের প্রাচুর্য লক্ষ্য করা যায়।

উদ্ভিদ দেহ
[The plant body]

(iv) পরিণত গ্যামেটোফাইট বা লিঙ্গধর উদ্ভিদ—হ্যাপলয়েড (n) দশা [Adult gametophyte—the haploid (n) phase]

(a) **বহির্গঠন** (External morphology) ঃ পরিণত উদ্ভিদদেহ বা গ্যামেটোফাইট প্রধান দুটি অংশে বিভক্ত—(1) মাটি সংলগ্ন **রাইজোম** বা **গ্রন্থিকাণ্ডের মতো শায়িত অংশ** (rhizome-like portion) এবং (2) মাটির উপরে খাড়াভাবে বর্ধিত পত্রবহুল

বায়বকাণ্ড বা **গ্যামেটোফোর** (Gametophore) (চিত্র ঃ 4.1)। রাইজোম অংশ থেকে বহুকোষী শাখা প্রশাখায় বিভক্ত সূতোর মতো তির্যক প্রাকার-বিশিষ্ট অসংখ্য রাইজয়েড জন্মায়। রাইজয়েডগুলিকে পরস্পর পাক খেয়ে যাওয়া তারের মতো দেখতে লাগে (চিত্র ঃ 4.2)। এই ধরনের গঠনের মস্ত সুবিধা হল রাইজয়েড গুলির পাকে পাকে প্রচুর জল লেগে থাকতে পারে। প্রকৃত মূলের পরিবর্তে এই রাইজয়েডগুলিই একদিকে যেমন মাটি থেকে রস শোষণের কাজ চালায় অন্যদিকে তেমনি মাটির সঙ্গে গাছকে আটকে রাখতে সাহায্য করে।

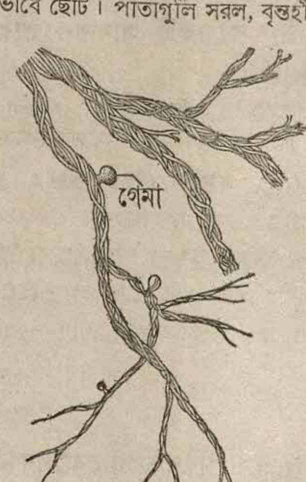


চিত্র : 4.1 পুং (ডানে) ও স্ত্রী (বাঁয়ে ও মধ্যে) পোগোনেটম উদ্ভিদ

আগেই বলা হয়েছে গাছের খাড়া লম্বা অংশটি হ'ল গ্যামেটোফোর। ঘন-সন্নিবিষ্ট সর্পিলাকারে বিন্যস্ত অসংখ্য পাতায় গ্যামেটোফোর ঢাকা থাকে। নীচের দিকের পাতাগুলি উপরের দিকের পাতাগুলি থেকে তুলনামূলকভাবে ছোট। পাতাগুলি সরল, বৃন্তহীন। এদের আকৃতি রেখাকার (linear) থেকে ভল্লাকার (lanceolate)। পত্রমূল কাণ্ডবেষ্টক (sheathing) অর্থাৎ কাণ্ডকে বেষ্টন করে থাকে। পাতার অগ্রভাগ সূচাল, কিনারা করাতের মতো (serrated) এবং মধ্যশিরা স্থূল।

(b) **অন্তর্গঠন** (Internal morphology) ঃ

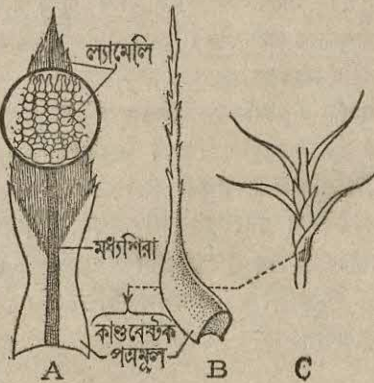
গ্যামেটোফোর ঃ বায়বকাণ্ড বা গ্যামেটোফোরের গায়ে পাতাগুলি ঘনসন্নিবিষ্ট থাকার ফলে প্রস্থচ্ছেদে কাণ্ডের বাইরের সীমানা পুরোপুরি বৃত্তাকার নয়—একটু আঁকাবাঁকা। প্রস্থচ্ছেদ পরীক্ষা করলে গ্যামেটোফোরে পৃথক তিনটি অঞ্চল—(1) **বহিস্ত্বক** (epidermis), (2) **বহির্মজ্জা** বা **কর্টেক্স** (cortex) এবং (3) **হাইড্রোম স্তম্ভ** (hydrome cylinder) দেখা যায়। বহিস্ত্বক একসারি পাতলা প্রাকারযুক্ত প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত। বহিস্ত্বকে না আছে কিউটিকল, না আছে পত্ররন্ধ্র। বহিস্ত্বকের নীচে থেকে কেন্দ্রস্তম্ভ পর্যন্ত



চিত্র : 4.2. পোগোনেটমের রাইজয়েড ও গেমা

বিস্তৃত অঞ্চলকে বহির্মজ্জা বা কর্টেক্স বলা হয়। কর্টেক্স দুটি অঞ্চলে বিভক্ত—বাইরের দিকের কোষগুলি স্থূল প্রাকারবিশিষ্ট এবং ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত, কিন্তু ভিতরের দিকের কোষগুলি পাতলা প্রাকার-বিশিষ্ট এবং বর্ণহীন। গ্যামেটোফোরের কেন্দ্রস্থ অঞ্চলটিকে হাইড্রোম স্তম্ভ বলা হয়। এটি স্থূল প্রাকার-বিশিষ্ট কোষের সমষ্টি মাত্র। এই অংশটি উন্নত উদ্ভিদের জাইলেমের সঙ্গে তুলনীয়। জাইলেমের পরিবর্তে ব্যবহৃত এই কলার নাম **হাইড্রোম** (Hydrome)। হাইড্রোমকে চারদিক থেকে ঘিরে রাখা পাতলাপ্রাকারযুক্ত তথাকথিত ফ্লোয়েমকলা **লেপটোম** (Leptome) নামে পরিচিত।

পাতা ঃ প্রশস্ত মধ্যশিরা ছাড়া কাণ্ডবেস্টক পত্রমূল একপ্রস্থ কোষস্তর দ্বারা গঠিত। পাতার নিম্নতলে সুস্পষ্ট ত্বক বর্তমান। ত্বকের পিপাকৃতি বড় বড় কোষগুলির বহিঃপ্রাকার অত্যন্ত স্থূল। ত্বকের উপরের কলা পাতলা প্রাকারযুক্ত ঘণসন্নিবিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এর উপরের অংশে কয়েক সারি প্রচুর ক্লোরোপ্লাস্টপূর্ণ 5 থেকে 8টি করে প্যারেনকাইমা কোষ স্তম্ভের মতো দাঁড়িয়ে থাকে। কোষের এই সারিগুলিকে **ল্যামেলি** (Lamellae) বলা হয়। ল্যামেলিগুলি পাতার সালোকসংশ্লেষ অঙ্গ হিসাবে কাজ করে। প্রতিটি ল্যামেলার (একবচন) শীর্ষকোষ বোতলের মতো অর্থাৎ আকৃতিগতভাবে অন্যকোষ থেকে আলাদা (চিত্র ঃ 4.3A)।



চিত্র ঃ 4.3 পোগোনেটমের পাতা ও তার অন্তর্গঠন

জনন (Reproduction) ঃ অঙ্গজ ও যৌন—এই দুই প্রক্রিয়ায় পোগোনেটমের জনন-ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

1. **অঙ্গজ জনন** (Vegetative reproduction) ঃ অঙ্গজ জননে প্রধানত নীচের পদ্ধতিগুলি অনুসৃত হয়।

(a) রাইজয়েডের উপর **জেমা** (Gemma) নামে মুকুলের মতো বিশেষ অঙ্গ সৃষ্টি হয়। রাইজয়েড থেকে বিচ্ছিন্ন হবার পর এগুলি নতুন উদ্ভিদের জন্ম দেয়।

(b) পোগোনেটমের যে কোন স্থান থেকে উৎপন্ন **গৌন প্রোটোনিমা** (Secondary protonema) নতুন উদ্ভিদের জন্ম দেয়।

(c) প্রাথমিক প্রোটোনিমার বিচ্ছিন্ন শাখা থেকে নতুন উদ্ভিদ জন্মায়।

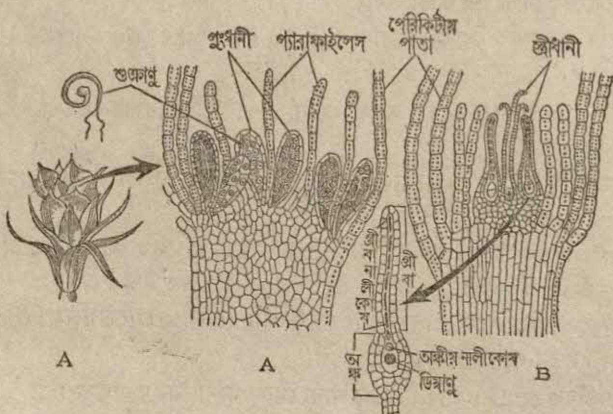
(d) স্পোরোগোনিয়ম (2n) স্পোর উৎপাদন না করে সরাসরি প্রোটোনিমা উৎপাদন করতে পারে। সেক্ষেত্রে প্রোটোনিমা থেকে উৎপন্ন গাছ হয় ডিপলয়েড (2n)। স্পোর উৎপাদন ও স্পোরের অঙ্কুরোদগম দ্বারা নতুন উদ্ভিদের জন্ম না দিয়ে এইভাবে স্পোর উৎপাদনকারী কলা থেকে সরাসরি নতুন উদ্ভিদ সৃষ্টির পদ্ধতিকে **অরেণুজনি** বা **অ্যাপোস্পোরি** (Apospory) বলে।

2. **যৌন জনন** (Sexual reproduction) ঃ পোগোনেটমের অধিকাংশ প্রজাতি **ভিন্নবাসী** (dioecious)। সেক্ষেত্রে **পুংধানী** (antheridium) ও **স্ত্রীধানী** (arche-

gonium) পৃথক পৃথক গ্যামেটোফোরের শীর্ষে গুচ্ছাকারে উৎপন্ন হয়—অর্থাৎ, **পুং ও স্ত্রী উদ্ভিদ আলাদা** (চিত্র : 4.4)। লক্ষ্য করার বিষয় পুংধানীগুচ্ছ পুং গ্যামেটোফোরের শীর্ষকোষ থেকে গঠিত না হয়ে পার্শ্বমুকুলের জায়গাগুলিতে উৎপন্ন হয়। এর ফলে পুংধানীগুচ্ছ ভেদ করে কাণ্ডের শীর্ষদেশ ক্রমাগত বৃদ্ধি পেতে পারে। স্ত্রী উদ্ভিদের গ্যামেটোফোরের শীর্ষদেশে সাধারণত 3 থেকে 6টি স্ত্রীধানী গঠিত হয়। ফলে স্ত্রী উদ্ভিদের আগার বৃদ্ধি স্বতঃস্ফূর্তভাবে বন্ধ হয়ে যায়।

গুচ্ছাকারে উৎপন্ন পুংধানী ও স্ত্রীধানীগুলি কতকগুলি বহুকোষী, লম্বা, ক্লোরোফিলযুক্ত বন্ধ্যা রোমের সঙ্গে মিশে থাকে। এই রোমগুলিকে **প্যারাফাইসেস** (Paraphyses) বলে। সালোকসংশ্লেষের মতো গুরুত্বপূর্ণ কাজ ছাড়াও প্যারাফাইসেস বাড়ন্ত পুংধানী ও স্ত্রীধানীকে রক্ষা করে। তাছাড়া নিজেদের মধ্যে জল সঞ্চয় এবং মিউসিলেজ নামে হড়হড়ে পদার্থ নিঃস্বরণ দ্বারা এরা একদিকে যেমন শুক্রাণুকে পুংধানী থেকে মুক্ত হতে সাহায্য করে, অন্যদিকে তেমনি অপরিণত পুংধানীকে শুকিয়ে যেতে দেয় না। যাইহোক প্যারাফাইসেস ও জনন্দেন্দ্রিয়গুলি বিশেষ একধরনের পাতার কক্ষ থেকে জন্মায়। এই পাতাগুলিকে **পেরিকিটীয় পাতা**, (Perichaetial leaves) বলে। **পেরিকিটীয় পাতা, প্যারাফাইসেস এবং পুংধানী অথবা স্ত্রীধানী একত্রে** যে যৌথ অঙ্গ গঠন করে তাকেই পোগোনেটমের **পুষ্পমঞ্জরী** (Inflorescence) বলা হয়।

পুংধানী বা **অ্যানথারিডিয়া*** (Antheridia) (চিত্র : 4.4A) : প্রতিটি পরিণত পুংধানী গদাকৃতি—তাতে একটি ছোট স্থূল বৃন্ত থাকে। পুংধানীর মধ্যে অসংখ্য শুক্রাণু মাতৃকোষ



চিত্র : 4.4 পোগোনেটমের পুংধানী (A) ও স্ত্রীধানীর (B) গঠন

(sperm mother cell) গঠিত হয়। শুক্রাণু মাতৃকোষগুলিকে ঘিরে রাখে একস্তরে বিন্যস্ত আবরক কোষ (Jacket cells)। শুক্রাণু মাতৃকোষগুলি (n) ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে গঠিত হয় অসংখ্য **অ্যানড্রোসাইট** (androcyte) বা **শুক্রাণু কোষ** (sperm cell)। প্রতিটি শুক্রাণুকোষ রূপান্তরিত হয়ে হলুদ বা কমলা রং-এর দুই ফ্ল্যাজেলাযুক্ত **শুক্রাণু**

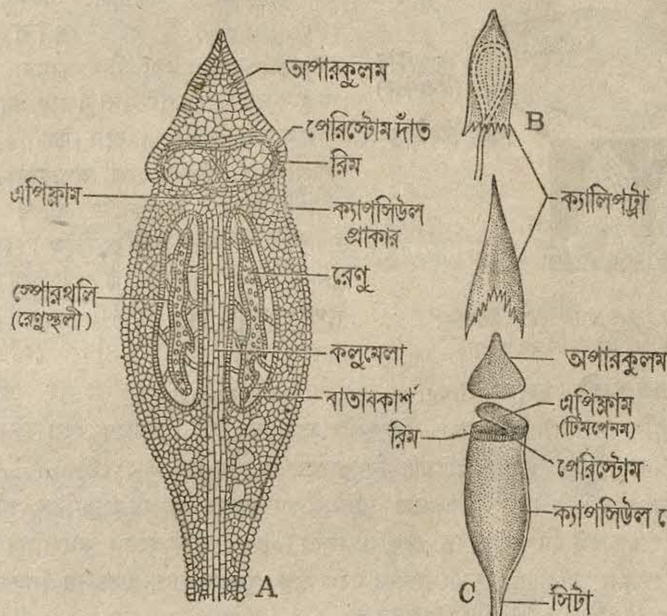
* বহুবচন ; একবচন—অ্যানথারিডিয়ম।

(spermatozoid or antherozoid) সৃষ্টি করে। পরিণত পুংধানী ফেটে গেলে শুক্রাণু (n) বাইরে এসে জলে সাঁতার কাটতে থাকে।

স্ত্রীধানী বা **আরকিগোনিয়া** (Archegonia) (চিত্র : 4.4B) : পরিণত স্ত্রীধানীর আকৃতি ফ্লাস্কের মতো। এর দুটি অংশ—স্ফীত নিম্নাংশ **অঙ্ক** বা **ভেনটার** (venter) এবং উপরের লম্বা নলাকার অংশ **গ্রীবা** বা **নেক** (neck)। অঙ্কের ভিতরে অবস্থিত দুটি কোষের মধ্যে নীচের অপেক্ষাকৃত বড় কোষটি **ডিম্বাণু** (egg) বা **ওভাম** (ovum) এবং উপরের অপেক্ষাকৃত ছোট কোষটি **অঙ্কীয় নালীকোষ** বা **ভেনট্রাল কেনাল কোষ** (ventral canal cell)। অঙ্কের উপরে অবস্থিত গ্রীবার ভিতরের কোষগুলি **গ্রীবা নালীকোষ** বা **নেক কেনাল কোষ** (neck canal cell)।

নিষেক (Fertilization) : নিষেকের পূর্বে নালীকোষগুলি দ্রবীভূত হয়ে জিলেটিনের মতো হড়হড়ে পদার্থপূর্ণ এক পিছল পথ তৈরী হয়। সেই পথ বেয়ে সন্তরণশীল শুক্রাণুগুলি অঙ্কে প্রবেশ করে এবং এদের মধ্যে থেকে একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। নিষিক্ত ডিম্বাণু অর্থাৎ **ভ্রূণাণু** বা **জাইগোট** (2n) নিজের চারদিকে আবরণী সৃষ্টি করে ক্রমাগত বিভক্ত হতে থাকে এবং তা থেকে ভ্রূণ (embryo) সৃষ্টি হয়। ভ্রূণ থেকে ক্রমশঃ **রেণুধর উদ্ভিদ** (2n) বা **স্পোরোফাইট** (Sporophyte)-এর আবির্ভাব ঘটে।

(v) **স্পোরোফাইট** (Sporophyte) বা **রেণুধর উদ্ভিদ** (চিত্র : 4.5) : এককোষী-

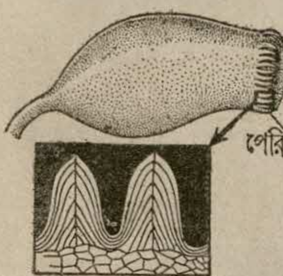


চিত্র : 4·5 পোগোনেটমের স্পোরোফাইট A—দীর্ঘচ্ছেদ ; B—ক্যালিপট্রা ;
C—স্পোরোফাইটের বহির্গঠন

জাইগোটই রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইটের প্রথম দশা। পরিণত স্পোরোফাইটকে **স্পোরোগোনিয়ম** (Sporogonium) বলে। এটি প্রকৃতপক্ষে পোগোনেটমের **রেণুধর জন্মু** বা

স্পোরোফাইটিক জেনারেশান (Sporophytic generation)। একটি পরিণত স্পোরোগোনিয়মের তিনটি অংশ—(1) **পদ** (Foot)-অর্থাৎ যে অংশটির দ্বারা গ্যামেটোফাইটের সঙ্গে এটি সংলগ্ন থাকে। (2) **বৃন্ত** বা **সিটা** (Seta)—এটি পদের উপরের দণ্ডাকার অংশ এবং (3) **ক্যাপসিউল** (Capsule)—বৃন্তের উপরের থলির মতো স্ফীত অংশ। ক্যাপসিউলের উপরে টুপির মতো ঢাকনাটি **ক্যালিপট্রা** (Calyptra)। স্ত্রীধানীর মধ্যে দ্রুত বাড়ন্ত স্পোরোগোনিয়ম স্ত্রীধানীর উপরের অংশকে ছিঁড়ে মাথায় করে উপরে উঠে যায়। ঐ ছিন্ন অংশটিই ক্যালিপট্রা—যা টুপির মতো ক্যাপসিউলের মাথায় লেগে থাকে।

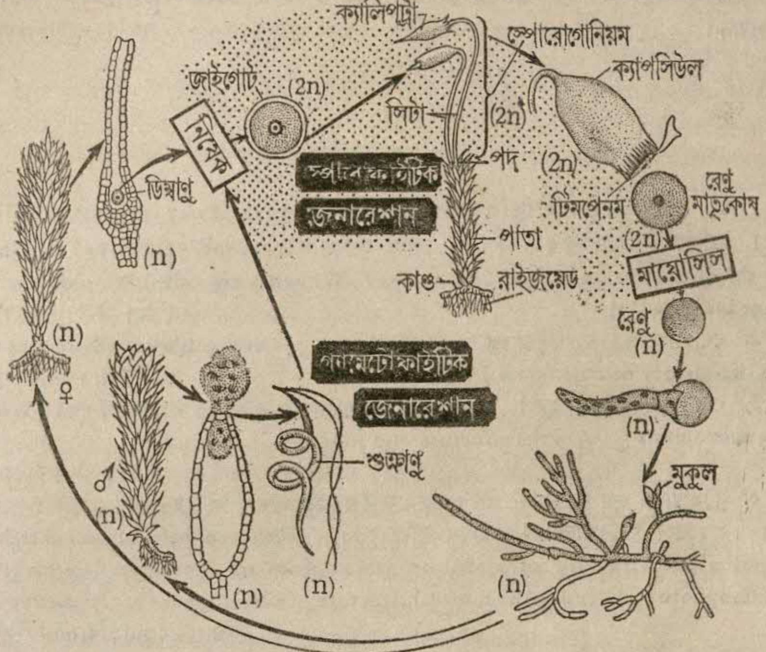
ক্যাপসিউলের গঠন (Structure of a capsule) : অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে পরীক্ষা করলে দেখা যায় যে পরিণত ক্যাপসিউলের একেবারে বাইরে কয়েকস্তর সবুজ প্যারেনকাইমা রয়েছে। এগুলি ক্যাপসিউলের আবরক (Jacket) গঠন করে। স্থূল প্রাকারযুক্ত বাইরের কোষস্তর থেকে সৃষ্টি হয় ত্বক। ত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে না—তবে এর ভিতরের কোষগুলিতে ক্লোরোফিল থাকে। ক্যাপসিউলের কেন্দ্রে লম্বালম্বি বিস্তৃত বন্ধ্যা কলার স্তম্ভকে **কলুমেলা** (Columella) বলে। ক্যাপসিউলের প্রাকার ও কলুমেলার মাঝখানে বাতাবকাশ দ্বারা পরিবৃত ও লম্বালম্বি বিস্তৃত **রেণুস্থলী** বা **স্পোরানজিয়ম** (Sporangium) বিদ্যমান। রেণুস্থলীকে ঢেকে রাখার জন্যে কলুমেলা উপরের দিকে স্ফীত হয়ে ঢালের মতো ক্যাপসিউলের ছাদ গঠন করে। এই ছাদকে **টিমপেনম** (Tympanum) বা **এপিফ্রাম** (Epiphragm) এবং টিমপেনমের উপরে শঙ্কু আকৃতির ক্যাপসিউল-টুপিকে **অপারকুলম** (Operculum) বলে (চিত্র : 4·5C)। ক্যাপসিউল পরিণত হলে অপারকুলম খসে পড়ে। তখন টিমপেনমের ধারের দিকে চক্রাকারে সজ্জিত **পেরিস্টোম** (Peristome) দেখা যায়। এটি ছোট ছোট 32টি **পেরিস্টোম দাঁত** (Peristome teeth) দ্বারা গঠিত (চিত্র : 4.6)। পেরিস্টোম দাঁতের **জলগ্রাহী চলন** (hygroscopic movement)-এর ফলেই রেণুস্থলী থেকে রেণুগুলি বাইরে নিক্ষিপ্ত হয়। রেণুস্থলীর মধ্যে অবস্থিত রেণুধারণ কলা (Sporogenous tissue) মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হয়ে বহু রেণুমাতৃকোষ (Spore mother cell) গঠন করে। প্রতিটি ডিপলয়েড (2n) রেণুমাতৃকোষ আবার মায়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপলয়েড (n) রেণু বা স্পোর (spore) গঠন করে। মায়োসিস অর্থাৎ হ্রাসকরণ বিভাজন প্রক্রিয়ায় রেণু উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে পুনরায় হ্যাপলয়েড বা লিঙ্গধর জনু (Gametophytic generation) আরম্ভ হয়।



চিত্র : 4.6 ক্যাপসিউলে টিমপেনম ও পেরিস্টোম দাঁতের অবস্থান

(vi) **নতুন লিঙ্গধর উদ্ভিদ বা গ্যামেটোফাইট সৃষ্টি** (Formation of new gametophyte) : অনুকূল পরিবেশে রেণু অঙ্কুরিত হয়ে প্রথমে সৃষ্টি করে শাখা-প্রশাখাযুক্ত সবুজ **প্রোটোনিমা** (Protonema)। প্রোটোনিমার নীচের বর্ণহীন শাখাগুলি

থেকে রাইজয়েড সৃষ্টি করে। প্রোটোনিমার সবুজ শাখাগুলি থেকে **মুকুল** (bud) এবং পরে সেই মুকুল থেকে গ্যামেটোফোর গঠিত হয়।



চিত্র : 4.7 পোগোনেটমের সচিত্র জীবন-চক্র

(vii) জনুক্রম (Alternation of Generation) ও জীবন-চক্র (life-cycle) : পোগোনেটমের জীবন-চক্রে লিঙ্গধর উদ্ভিদ ও রেণুধর উদ্ভিদের স্পষ্ট আবর্তন লক্ষ্য করা যায়—অর্থাৎ এখানে নিয়মিত জনুক্রম বিদ্যমান। উদ্ভিদদেহটি লিঙ্গধর জনু (n) এবং এটি হ্যাপলয়েড (n) গ্যামেট (শুক্রাণু বা ডিম্বাণু) গঠন করে। শুক্রাণু (n) ও ডিম্বাণু (n)-র মিলনে জাইগোট (2n) সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে রেণুধর জনু (2n) শুরু হয়। জাইগোট থেকে স্পোরোফাইট বা স্পোরোগোনিয়ম (2n) গঠিত হয়। লিঙ্গধর উদ্ভিদের (গ্যামেটোফাইট) উপরে আংশিকভাবে নির্ভরশীল স্পোরোগোনিয়ম ক্ষণস্থায়ী। তাই স্পোরোগোনিয়ম (স্পোরোফাইট)



চিত্র : 4.8 পোগোনেটমের জীবন-চক্র

থেকে রেণু বা স্পোর (n) উৎপাদন ও তার অঙ্কুরোদগম মাধ্যমে দ্রুত স্বাবলম্বী ও স্থায়ী লিঙ্গধর উদ্ভিদের পুনরাবির্ভাব ঘটে। এইভাবে পোগোনেটমের জীবনচক্রে পর্যায়ক্রমে লিঙ্গধর জনু ও রেণুধর জনু আবর্তিত হয়। সুতরাং পোগোনেটমের জীবন-চক্রে সুস্পষ্ট জনুক্রম বিদ্যমান।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer type/Essay type questions]

1. ব্রায়োফাইটের বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি? এদের "উদ্ভিদ রাজ্যের উভচর" বলা হয় কেন? [What are the distinctive features of Bryophytes? Why they are called "amphibians of plant kingdom"?] [উঃ। 4.2 ; 4.1 দেখ]

2. পোগোনেটমের জীবন-বৃত্তান্তের সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the life-history of *Pogonatum*.] [উঃ। 4.4 দেখ]

3. স্পোরোফাইট কাকে বলে? পোগোনেটমের স্পোরোফাইটের গঠন ও কাজ সম্বন্ধে বল। [What is a sporophyte? Give the structure and function of *Pogonatum*.] [উঃ। 4.4(v) দেখ]

4. চিত্রযোগে পোগোনেটমের পরিণত গ্যামেটোফাইটের গঠন বর্ণনা কর। গ্যামেটোফোর কাকে বলে? প্রস্থচ্ছেদে গ্যামেটোফোরের অন্তর্গঠন বর্ণনা কর। [With the help of neat sketches describe the structure of a mature gametophyte of *Pogonatum*. What is a gametophore? Describe the internal structure of gametophore of *Pogonatum*.] [উঃ। 4.4(iv) ; 4(iv)(b) দেখ]

5. জনুক্রম কাকে বলে? পোগোনেটমের দেহে জনুক্রম আছে কি? যদি থাকে তবে পোগোনেটমের জীবন-চক্রে পদ্ধতিটির ব্যাখ্যা দাও। [What is alternation of generation? Is there alternation of generation in *Pogonatum*? If so, explain the phenomenon with reference to the life-cycle of *Pogonatum*.] [উঃ। 4.4 (vii) দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

6. উদ্ভিদজগতে পোগোনেটমের স্থান কোথায়? পোগোনেটমের দুটি প্রজাতির ও বসতির উল্লেখ কর। [What is the systematic position of *Pogonatum*? Mention two species and the habitat of the plant.] [উঃ। 4.4 (i), (ii) ও (iii) দেখ]

7. পোগোনেটমের জীবনচক্র এঁকে তার সঠিক কোন দশায় মায়োসিস হয় দেখাও। [Draw the life-cycle of *Pogonatum* and show the exact stage where reduction division takes place.] [উঃ। চিত্র : 4.8 দেখ]

8. পোগোনেটমের পুংধানী ও স্ত্রীধানীর লম্বচ্ছেদ এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Draw labelled sketches of antheridium and archegonium of *Pogonatum* in L.S.] [উঃ। চিত্র : 4.4 দেখ]

9. প্রোটোনিমা কাকে বলে? জীবনচক্রের কোন্ দশায় প্রোটোনিমার আবির্ভাব ঘটে? পোগোনেটমের বসতির উল্লেখ কর। [What is protonema? In which stage of the life-cycle protonema appears? Mention the nature of habitat of *Pogonatum*.]
[উঃ। 4.4(vi) ; জীবনচক্রের গ্যামেটোফাইট দশায় প্রোটোনিমার আবির্ভাব ঘটে ; 4.4(iii) দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

10. ব্রায়োফাইটের স্বাবলম্বী উদ্ভিদটি স্পোরোফাইট না গ্যামেটোফাইট ? [Say whether the independent plant of a bryophyte is a sporophyte or gametophyte ?]

[উঃ। 4.2(3) দেখ]

11. ব্রায়োফাইটের উৎপত্তি সম্বন্ধে তোমার মত কি ? [What is your opinion on the origin of bryophytes ?]. [উঃ। 4.3 দেখ]

12. পোগোনেটমের দুটি ভারতীয় প্রজাতির নাম কর। [Name two Indian species of *Pogonatum*.] [উঃ। 4.4(ii) দেখ

13. পোগোনেটমের পরিবহণ কলার নাম কি ? [What is the term applied to the] conducting tissues of *Pogonatum* ?] [উঃ। পৃঃ 49 প্রথম অনুচ্ছেদ দেখ]

14. মসের পাতায় অবস্থিত ল্যামেলীগুলির বৈশিষ্ট্য কি ? [What are the characteristic features of the lamellae of a moss leaf ?] [উঃ। পৃঃ 49 দ্বিতীয় অনুচ্ছেদ দেখ]

15. পেরিস্টোম দাঁতের কাজ কি ? [What is the function of peristome teeth ?]

[উঃ। পৃঃ 52 চিত্র : 4.6 সংলগ্ন অংশ দেখ]

16. **নিম্নলিখিত বিষয়গুলির টেকনিক্যাল টার্ম দাও :** [Give the technical terms of the following.]

(1) মসের ক্যাপসিউলের টুপির মতো অংশ। [Cap-like structure of moss capsule.]

(2) মস ক্যাপসিউলের কেন্দ্রীয় বন্ধ্যা কলা [The sterile central tissue of a moss capsule]

(3) এক প্রস্থ ক্রোমোজোম বিশিষ্ট উদ্ভিদ [A plant having one set of chromosomes]

(4) যৌনজননে অপরিহার্য চলনক্ষম পুংবীজ [A mobile male unit of sexual reproduction]

(5) যৌন জননের পর উৎপন্ন অঙ্গ [The product of sexual reproduction]

(6) রাইজয়েডর উপরে উৎপন্ন মুকুল [A bud developed on rhizoid]

(7) পুং ও স্ত্রীধানীর বহুকোষী বন্ধ্যা রোম [The sterile multicelluar hairs of antheridium and archegonium]

(8) যে পাতার কক্ষ থেকে জনন অঙ্গ জন্মায় [Leaves from the axils of which sex organs develop]

17. **শূন্যস্থান পূরণ কর :** [Fill in the blanks] :

(1) ব্রায়োফাইটের দেহে মূলের কাজ — নামে একপ্রকার বিশেষ সুতোর মতো অঙ্গ দ্বারা সম্পন্ন হয়। (2) স্পোর অঙ্কুরিত হয়ে — গঠন করে। (3) ব্রায়োফাইটের নিষেক পদ্ধতি —। (4) মাটির উপরে খাড়াভাবে বর্ধিত পত্রবহুল বায়বকাণ্ডকে — বলে। (5) জাইলেমের পরিবর্ত কলাকে — বলে। (6) স্পোর উৎপাদনকারী কলা থেকে নতুন গাছ সৃষ্টির পদ্ধতিকে—বলে।

18. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) অরেণুজনি (Apospory) ; (b) পেরিকিটীয় পত্র (Perichaetial leaves) ; (c) কলুমেলা (Columella), (d) প্রোটোনিমা (Protonema) ; (e) প্যারাফাইসেস (Paraphyses) (f) গ্যামেটোফোর (Gametophore) ; (g) লেপটোম (Leptome) ; (h) অ্যান্ড্রোসাইট (Androcyte) । [উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ ?]

———

5 ॥ টেরিডোফাইট ॥

Syllabus : *Pteridophyte* : Distinctive features, reproduction and life-cycle with reference to *Dryopteris*.

5.1. সূচনা [Introduction]

টেরিডোফাইটা গোষ্ঠীভুক্ত অপুষ্পক উদ্ভিদগুলোকে সাধারণত টেরিডোফাইট বলা হয়। ব্রায়োফাইটাভুক্ত উদ্ভিদের থেকে উন্নত এই উদ্ভিদগোষ্ঠীই **প্রকৃতপক্ষে প্রথম সুগঠিত স্বাবলম্বী রেণুধর উদ্ভিদ** বা **স্পোরোফাইট** (Sporophyte)। এদের অধিকাংশই নাতিশীতোষ্ণ ও গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চল এবং আর্দ্র, ছায়াশীতল স্থলজ পরিবেশে জন্মায়। তবে কোন কোনটি প্লবমান (floating) জলজ উদ্ভিদরূপে বা পরাশ্রয়ীরূপে অন্যান্য উদ্ভিদের উপরে বাস করে। টেরিডোফাইটা গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদ একদিকে ব্রায়োফাইটা ও অন্যদিকে স্পারমাটোফাইটা বা ফ্যানারোগ্যাম (সপুষ্পক উদ্ভিদ)-এর মধ্যে যোগসূত্র রচনা করে। স্মরণ করা যেতে পারে যে, ব্রায়োফাইটের দেহে প্রকৃত সংবহন কলা বা ভ্যাস্কুলার টিসু (জাইলেম ও ফ্লোয়েম) নেই। টেরিডোফাইটের দেহে সংবহনকলা বিদ্যমান। সেই কারণে টেরিডোফাইটকে **সংবহন কলাযুক্ত অপুষ্পক উদ্ভিদ** বা **ভ্যাস্কুলার ক্রিপ্টোগ্যাম** (vascular cryptogam) বলা হয়।

5.2. চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য [Distinctive features]

1. সুগঠিত, স্বাবলম্বী, দীর্ঘস্থায়ী প্রধান উদ্ভিদটি রেণুধর উদ্ভিদ বা **স্পোরোফাইট**। এদের গ্যামেটোফাইট ব্রায়োফাইটের গ্যামেটোফাইট থেকে সর্বদাই ক্ষুদ্র, সরল ও ক্ষণস্থায়ী।

2. টেরিডোফাইটের বিরুৎজাতীয় দেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত।

3. কোন কোন টেরিডোফাইটের (যেমন, সেলাজিনেল্লা, লাইকোপোডিয়ম) কাণ্ড দ্ব্যগ্রশাখাবিন্যাসযুক্ত (dichotomous branching)।

4. আকার ও গঠনের দিক থেকে স্পোরোফাইটে বিভিন্নপ্রকার বৈচিত্র্য লক্ষ্য করা যায়। পাতাগুলি বড় (**মেগাফাইলাস**), ছোট (**মাইক্রোফাইলাস**) অথবা উভয়প্রকার।

5. রেণুস্থলী **পত্রজ** (foliar) ; অর্থাৎ সেগুলি পাতার উপরে অথবা পাতার কক্ষে জন্মায়। রেণুস্থলী বহনকারী পাতাকে **রেণুপত্র** বা **স্পোরোফিল** (Sporophyll) বলে।

6. উদ্ভিদের সর্বাঙ্গে রেণুপত্র ছড়িয়ে থাকে অথবা সেগুলি একত্রিত হয়ে **রেণুপত্র-মঞ্জরী** (Strobilus) বা **কোন** (Cone) গঠন করে।

7. রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইট কেবল একই ধরনের রেণু উৎপাদন করলে তাদের **সমরেণুপ্রসূ** বা **হোমোস্পোরাস** (homosporous) এবং দু'ধরনের রেণু উৎপন্ন করলে তাদের **অসমরেণুপ্রসূ** বা **হেটারোস্পোরাস** (heterosporous) বলে। ক্ষুদ্রাকৃতি রেণুগুলি **পুংরেণু** বা **মাইক্রোস্পোর** (microspore) এবং অপেক্ষাকৃত বড় রেণুগুলি **স্ত্রীরেণু** বা **মেগাস্পোর** (megaspore)।

8. অসমরেণুপ্রসু উদ্ভিদের ক্ষেত্রে পুংরেণু অঙ্কুরিত হয়ে পুং লিঙ্গধর উদ্ভিদ বা পুং গ্যামেটোফাইট গঠন করে এবং স্ত্রীরেণু অঙ্কুরিত হয়ে স্ত্রীলিঙ্গধর উদ্ভিদ বা স্ত্রী গ্যামেটোফাইট গঠন করে। গ্যামেটোফাইটের আকার ও গঠন স্পোরোফাইট থেকে সম্পূর্ণ আলাদা।

9. বিশেষ উল্লেখযোগ্য যে, টেরিডোফাইটের ক্ষেত্রে স্পোরোফাইটের মতো গ্যামেটোফাইটগুলিও স্বাবলম্বী অর্থাৎ স্বাধীনজীবী উদ্ভিদ। তবে অধিকাংশক্ষেত্রেই সেগুলি অপেক্ষাকৃত সংক্ষিপ্ত গঠনের থ্যালোজ (thallose) ব্রায়োফাইটের মতো।

10. লিঙ্গধর উদ্ভিদ [অর্থাৎ **গ্যামেটোফাইট** বা **প্রোথ্যালস** (Prothallus)] **সহবাসী** (monoecious) অথবা **ভিন্নবাসী** (dioecious)। সহবাসীর ক্ষেত্রে একই প্রোথ্যালসে পুংধানী ও স্ত্রীধানী উভয় জনন অঙ্গই জন্মায়। ভিন্নবাসীর ক্ষেত্রে পৃথক পৃথক প্রোথ্যালসে পুংধানী ও স্ত্রীধানী জন্মায়।

11. প্রথমাবস্থায় ভ্রূণ (বা অপরিণত স্পোরোফাইট) গ্যামেটোফাইটের উপর নির্ভরশীল থাকলেও দ্রুত নিজের মূল, কাণ্ড ও পাতা গঠন করে স্বনির্ভর হয়।

12. রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইটের সংবহন কলা পরিণত জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা দ্বারা গঠিত।

13. জনন কেবল জলীয় মাধ্যমেই সম্ভব।

14. টেরিডোফাইটের জীবন-চক্রে সুস্পষ্ট জনুক্রম বিদ্যমান।

5.3. ব্রায়োফাইটের সঙ্গে টেরিডোফাইটের সাদৃশ্য [Resemblance of pteridophytes with bryophytes]

নীচের বৈশিষ্ট্যগুলির বিচারে টেরিডোফাইট ব্রায়োফাইটের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত :

(1) অধিকাংশই স্থলবাসী।

(2) স্পোরোফাইট থেকে স্পোর বা রেণু উৎপন্ন হয় এবং এদের উৎপাদন পদ্ধতি উভয় ক্ষেত্রেই এক।

(3) গঠন ও উৎপত্তির দিক থেকে জনন অঙ্গ—অর্থাৎ পুংধানী ও স্ত্রীধানী উভয় ক্ষেত্রেই প্রায় একই রকম।

(4) উভয় গোষ্ঠীতেই জনন অঙ্গের আবরক কোষ (jacket cells) বন্ধ্যা।

(5) উভয় ক্ষেত্রেই শুক্রাণু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

(6) পরিবেশে জল না থাকলে নিষেক সম্ভব নয়।

(7) প্রাথমিক অবস্থায় ভ্রূণ গ্যামেটোফাইটের উপর নির্ভরশীল।

(8) উভয় গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদজীবনেই সুস্পষ্ট জনুক্রম বর্তমান।

5.4. ব্রায়োফাইটের থেকে টেরিডোফাইটের অগ্রগতি [Advancement of pteridophytes over bryophytes]

(1) ব্রায়োফাইটের গ্যামেটোফাইট দশা স্বাবলম্বী ও প্রকট—সেখানে স্পোরোফাইট গ্যামেটোফাইটের উপর নির্ভরশীল এবং ক্ষণস্থায়ী। স্পোর উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে সেই দশা শেষ হয়। অপরপক্ষে টেরিডোফাইটের জীবনচক্রে স্পোরোফাইট স্বাবলম্বী ও প্রকট কিন্তু গ্যামেটোফাইট দশা ক্ষণস্থায়ী ও অপ্রকট।

(2) অপুষ্পক উদ্ভিদের মধ্যে টেরিডোফাইটের দেহেই সর্বপ্রথম মূল, কাণ্ড ও পাতার পৃথক অস্তিত্ব লক্ষ্য করা যায়।

(3) টেরিডোফাইটায় স্পোরোফাইটের প্রতিটি দৈহিক অঙ্গে সংবহনতন্ত্র বিরাজমান।

5.5. স্পারমাটোফাইটের সঙ্গে সাদৃশ্য [Resemblance with spermatophytes]

(1) টেরিডোফাইট ও স্পারমাটোফাইট—উভয় ক্ষেত্রেই জীবনচক্রের স্বাবলম্বী ও প্রকট দশা হল স্পোরোফাইট এবং সেটি প্রকৃত মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত।

(2) উভয় ক্ষেত্রেই প্রতিটি দৈহিক অঙ্গে জাইলেম ও ফ্লোয়েম যুক্ত সুস্পষ্ট সংবহন কলা বিদ্যমান।

5.6. টেরিডোফাইটের উৎপত্তি [Origin of pteridophytes]

টেরিডোফাইটের উৎপত্তি নিয়ে অনেক বাগ-বিতণ্ডা হয়েছে। এরা ব্রায়োফাইটা ও স্পারমাটোফাইটার মধ্যবর্তী উদ্ভিদগোষ্ঠী। একদল বিজ্ঞানীর মতে ব্রায়োফাইটের মতো এদেরও শেওলা থেকে উৎপত্তি হয়েছে। ফ্রিচ (Fritsch) 1945 খ্রীষ্টাব্দে এর স্বপক্ষে জোড়ালো সমর্থন জানান। তবে আর একদল বিজ্ঞানীর মতে ব্রায়োফাইটা থেকেই টেরিডোফাইটার উৎপত্তি হয়েছে। এই গোষ্ঠীর সমর্থকদের মধ্যে ক্যাম্পবেল (Campbell, 1895) অন্যতম।]

5.7.

ড্রায়পটেরিস
[Dryopteris]

(i) **উদ্ভিদজগতে স্থান** [Systematic position]

[শ্রেণী (Class)—ফিলিসিনি (Filicinae); বর্গ (Order)—ফিলিকালিস (Filicales); গোত্র (Family)—পলিপোডিয়াসী (Polypodiaceae); গণ (Genus)—ড্রায়পটেরিস *(Dryopteris)*.

(ii) **কয়েকটি সাধারণ ভারতীয় প্রজাতি*** [A few common Indian species] : ড্রায়পটেরিস ফিলিক্স-মাস (*Dryopteris filix-mas*) ; ড্রায়পটেরিস ক্রাইসোকোমা (*D.chrysocoma*) ; ড্রায়পটেরিস ফাইব্রিলোসা (*D. fibrilosa*) ; ড্রায়পটেরিস র‍্যামোসা (*D. ramosa*) ; ড্রায়পটেরিস মার্জিনাটা (*D. marginata*) ইত্যাদি।

(iii) **বসতি** (Habitat) : ফার্ণ গোষ্ঠীর মধ্যে সর্বাপেক্ষা পরিচিত এই গাছটিকে দক্ষিণ আমেরিকা ও সুমেরু অঞ্চল ছাড়া পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র ছায়াশীতল পরিবেশে, পাহাড়-পর্বতের গায়ে, ভাঙ্গা প্রাচীর, এমন কি ঝোপঝাড়ের মধ্যে বড় বড় গাছের ছায়ায় দলবদ্ধভাবে জন্মাতে দেখা যায়।

উদ্ভিদ দেহ
[The plant body]

(iv) পরিণত স্পোরোফাইট বা রেণুধর উদ্ভিদের গঠন—ডিপলয়েড (2n) দশা [Structure of an Adult Sporophyte—The diploid (2n) phase]

(a) **বহির্গঠন** (External morphology) : ড্রায়পটেরিসের দেহ কাণ্ড, মূল ও পাতায় বিভেদিত। মাটির মধ্যে শায়িত খর্বাকৃতি কাণ্ডের অংশবিশেষকে **রাইজোম** (rhizome) বলে। এর কিছুটা অংশ মাটির উপরে খাড়াভাবে বাড়তে পারে। রাইজোম বাদামী রঙের নরম ও চওড়া ঘনসন্নিবিষ্ট অসংখ্য শল্ক (scale) বা র‍্যামেণ্টা (ramenta) দ্বারা আবৃত থাকে। র‍্যামেণ্টা শুকনো আবহাওয়ায় জল সংরক্ষণের কাজে সাহায্য করে। রাইজোমের পুরাতন অংশ সাধারণত ঝড়ে যাওয়া পাতার স্থায়ী পত্রবৃন্তে ঢাকা থাকে। সেই কারণে কাণ্ডের পরিধি হয়ে যায় অসমান। স্থায়ী পত্রবৃন্তে আচ্ছাদিত রাইজোম থেকে কোন শাখা-প্রশাখা উৎপন্ন হয় না। রাইজোমের শায়িত অংশের নিম্নতল থেকে সূতোর মতো অসংখ্য সূক্ষ্ম কালো **অস্থানিক মূল** (adventitious roots) উৎপন্ন হয়। এই মূলগুলি শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত।

* মোট 250টি প্রজাতির মধ্যে ভারতে 25টি প্রজাতির সন্ধান পাওয়া গেছে।

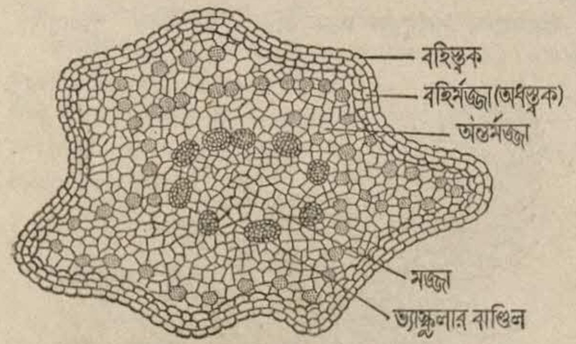
রাইজোমের আগাটি অসংখ্য ঘনসন্নিবিষ্ট অপরিণত পাতায় ঢাকা থাকে। অপরিণত অর্থাৎ কচি এই পাতাগুলিই রাইজোমের শীর্ষমুকুল গঠন করে। অপরিণত পাতাগুলি কুকুরের লেজের মতো **কুণ্ডলী পাকিয়ে** (Circinate vernation) থাকে। **এটি ফার্ণজাতীয় গাছের অন্যতম বৈশিষ্ট্য**। পরিণত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে পাতাগুলি খুলে যায়। পরিণত পাতা বৃহদাকার **পক্ষল যৌগিক পত্র** (pinnately compound)। পাতাগুলি 15 সেন্টিমিটার থেকে 50 সেন্টিমিটার বা তারও বেশী লম্বা হয়। পাতাগুলি কাণ্ডের আগার চারদিকে এমনভাবে ভিড় করে যাতে গাছটিকে **'ঝুড়ির মতো'** (basket like) দেখতে হয়। অপরিণত অবস্থায় রাইজোমের মতো পাতাগুলিও অসংখ্য র‍্যামেণ্টায় ঢাকা থাকে। পাতা যতই পরিণত হতে থাকে র‍্যামেণ্টগুলিও বৃন্ত ছাড়া পাতার সর্বাঙ্গ থেকে ঝড়ে যেতে থাকে। যৌগিকপত্রের পত্রকগুলি (leaflets) প্রধান পত্রক-অক্ষের (rachis) দু'পাশে পাখির পালকের মতো সাজানো থাকে। পত্রকগুলি কম-বেশী খণ্ডিত। পত্রক-অক্ষের গোড়ার দিকে পত্রকগুলির আকার ছোট হলেও ক্রমশঃ এদের আকার বড় হতে থাকে ; কিন্তু পাতার মাঝ বরাবর থেকে আগা পর্যন্ত আবার তাদের আকার ক্রমশঃ ছোট হতে থাকে। সেজন্যে পাতাগুলিকে মাকুর মতো (Spindle-shaped) দেখায় (চিত্র : 5.1)।



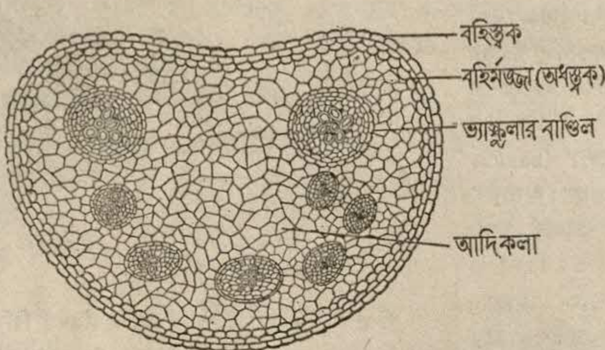
চিত্র: 5.1 ড্রায়পটেরিসের (রেণুধর উদ্ভিদ) বিভিন্ন অংশ

(b) **অন্তর্গঠন** (Internal structure) (চিত্র : 5.2) : প্রস্থচ্ছেদ পরীক্ষা করলে দেখা যায় রাইজোম বা কাণ্ডের বাইরের অংশটি এক কোষস্তরে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত। এই স্তরটি বহিস্ত্বক বা **এপিডারমিস** (Epidermis)। বহিস্ত্বকের বাইরে কিউটিকলের প্রলেপ আছে। বহিস্ত্বকের নীচে বহির্মজ্জা বা কর্টেক্সের (Cortex) লিগনিনযুক্ত স্থূল কোষস্তরটিকে **অধস্ত্বক** (Outer cortex or Hypodermis) বলে। অধস্ত্বকের নীচে বহির্মজ্জার বাকী অংশ প্যারেনকাইমা কোষদ্বারা গঠিত। একে **অন্তর্মজ্জা** (Inner cortex) বলে। অন্তর্মজ্জায় চক্রাকারে সজ্জিত বিভিন্ন আকারের কতকগুলি **মেরিস্টিলি** (Meristele) দেখা যায়। প্রতি

মেরিস্টিলির কেন্দ্রস্থ জাইলেমকে ঘিরে রাখে ফ্লোয়েম। ফ্লোয়েমের বাইরে সুস্পষ্ট **অন্তস্ত্বক** বা **এণ্ডোডারমিস** (Endodermis) বর্তমান। মেরিস্টিলির ভিতরের দিকে রাইজোমের কেন্দ্রস্থ অংশ গঠনকারী আদিকলা হল **মজ্জা** বা **পিথ** (Pith)। রাইজোমের মতো পত্রক-অক্ষের (rachis) প্রস্থচ্ছেদেও আদিকলাতে অশ্বক্ষুরের ন্যায় একাধিক মেরিস্টিলি বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায় (চিত্র ঃ 5.3)। সমদ্বিপার্শ্বীয় পত্রকগুলির (leaflets) প্রস্থচ্ছেদে ঊর্ধ্ব ও নিম্নবহিস্ত্বক সুস্পষ্ট। যে সব গাছ ছায়ায় জন্মায় তাদের উভয় ত্বকেই পত্ররন্ধ্র থাকে ; তবে ফাঁকা জায়গায়



চিত্র : 5.2 রাইজোমের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র : 5.3 পত্রক-অক্ষের প্রস্থচ্ছেদ

রোদে জন্মান গাছের পত্ররন্ধ্র কেবল নিম্নত্বকেই সীমাবদ্ধ থাকতে পারে। এই সব কোষে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে। দুই ত্বকের মধ্যবর্তী মেসোফিল কলা কেবল স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত।

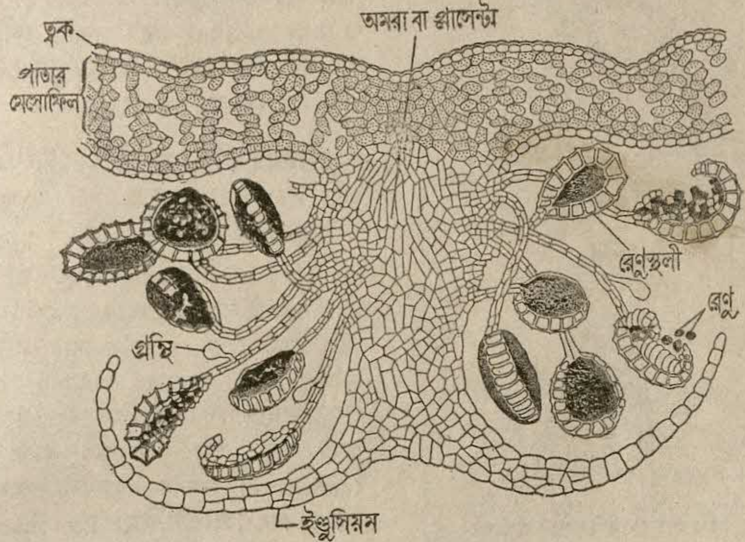
(v) **জনন** [Reproduction] ঃ

ড্রায়পটেরিসের জনন—(1) **অঙ্গজ পদ্ধতি**—(Vegetative methods), (2) **অযৌন পদ্ধতি** (Asexual methods) ও (3) **যৌন পদ্ধতি** (sexual methods) দ্বারা সম্পন্ন হয়।

(1) **অঙ্গজ জনন** (Vegetative reproduction)—পরিণত রাইজোমের অংশবিশেষ শুকিয়ে মরে গেলে অপরিণত শাখাগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। বিচ্ছিন্ন শাখাগুলি নতুন মূল ও পাতা সৃষ্টির পর স্বাবলম্বী উদ্ভিদরূপে জীবন শুরু করে। তাছাড়া ড্রায়পটেরিসের পাতার বৃন্ত থেকে এমন কতকগুলি মুকুল জন্মায় যেগুলি মূল সৃষ্টি করে নতুন গাছের জন্ম দেয়।

(2) **অযৌন জনন** (Asexual reproduction)—রেণু বা স্পোর গঠন মাধ্যমে

স্পোরোফাইট অযৌন জনন সম্পাদন করে। গ্রীষ্মের প্রারম্ভে পত্রকের নিম্নতলে প্রথমে সবুজ, পরে বাদামী রঙের গোল গোল উত্তোলিত অঙ্গ গঠিত হয়। এগুলি পত্রকের মধ্যশিরার দু'পাশে দু' সারিতে নির্দিষ্ট রীতিতে সজ্জিত থাকে। এদের প্রত্যেকটিকে **সোরস*** (Sorus) বলে (চিত্র : 5.1)। সোরসগুলি বৃক্কাকৃতি (kidney-shaped)। এক একটি সোরস কতকগুলি



চিত্র : 5.4 প্রস্থচ্ছেদে সোরসের অন্তর্গঠন

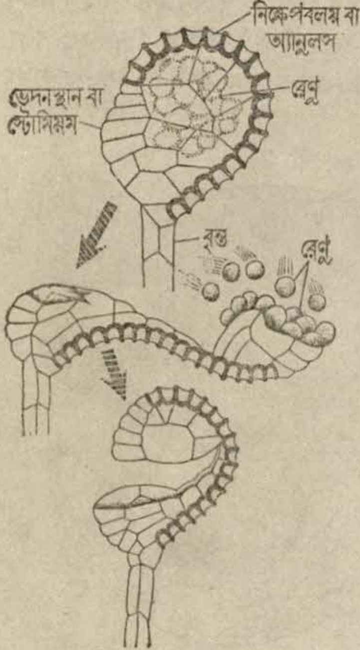
রেণুস্থলী** বা **স্পোরানজিয়মের** সমষ্টিমাত্র। সোরসের মধ্যে দিয়ে রেণুপত্রের প্রস্থচ্ছেদ (চিত্র : 5.4) করলে পাতার **অমরা** (Placenta) থেকে উৎপন্ন হয়েছে এমন একাধিক রেণুস্থলী দেখা যায়। রেণুস্থলীগুলি **ইণ্ডুসিয়ম** (Indusium) নামে ঢালের মতো বিশেষ ধরনের আবরণী দ্বারা ঢাকা থাকে।

পরিণত রেণুস্থলীর গঠন (Structure of a mature sporangium) (চিত্র : 5.5) : প্রতিটি পরিণত রেণুস্থলী একটি দীর্ঘ বৃন্ত (Stalk) ও বৃন্তের উপরে অর্ধ গোলাকার ক্যাপসিউল (Capsule) অংশ নিয়ে গঠিত। ক্যাপসিউলের প্রাকার—**নিক্ষেপবলয়** বা **অ্যানুলস** (Annulus) নামে স্থূল কিউটিনযুক্ত অসম্পূর্ণ কোষস্তর দ্বারা গঠিত। অ্যানুলসের বিপরীত দিকে কতকগুলি নরম, পাতলা কোষ থাকে। অপেক্ষাকৃত নরম অংশটি ফেটে গেলে রেণুর বিস্তার ঘটে। সেজন্য ঐ অংশটিকে **ভেদনস্থান** বা **স্টোমিয়ম** (Stomium) বলা হয়। প্রতিটি রেণুস্থলীর ক্যাপসিউলের ভিতরে অসংখ্য রেণুমাতৃকোষ (2n)

* বহুবচনে—সোরাই (Sori)

** রেণুস্থলী ধারণকারী পাতাকে রেণুপত্র বা স্পোরোফিল (Sporophyll) বলে। এছাড়া পাতা ও রেণুপত্রের মধ্যে কোন পার্থক্য নেই।

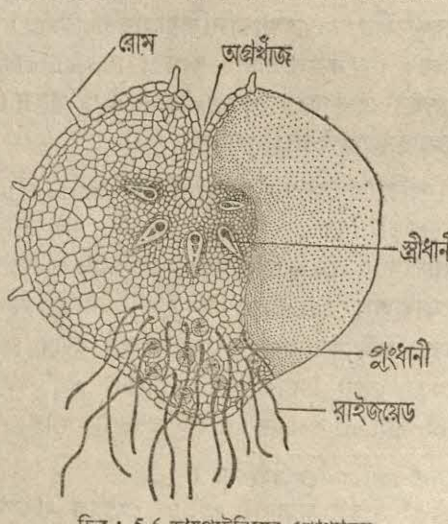
থাকে এবং এদের প্রত্যেকটি থেকে মায়োসিস বিভাজনের ফলে চারটি করে একই প্রকার রেণু বা স্পোর (n) উৎপন্ন হয়। রেণুগুলি একই প্রকার—সেজন্যে ড্রায়পটেরিস **সমরেণুপ্রসূ** বা **হোমোস্পোরাস** (Homosporous) উদ্ভিদ। মায়োসিস প্রক্রিয়ায় রেণু উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে স্পোরোফাইট (রেণুধর উদ্ভিদ) বা ডিপলয়েড (2n) জনুর সমাপ্তি ঘোষিত হয় এবং গ্যামেটোফাইট (লিঙ্গধর উদ্ভিদ) বা হ্যাপলয়েড (n) জনু শুরু হয়।



চিত্র : 5.5 রেণুস্থলীর গঠন ও রেণুর বিস্তার পদ্ধতি

লিঙ্গধর উদ্ভিদ বা গ্যামেটোফাইট সৃষ্টি (Formation of gametophyte) :

নিক্ষেপবলয়ের জলগ্রাহী চলনের (hygroscopic movement) ফলে পরিণত ক্যাপসিউলেই নরম ভেদনস্থান বা স্টোমিয়ম হঠাৎ ফেটে গেলে রেণুগুলি দূরে সবেগে নিক্ষিপ্ত হয়। অনুকূল পরিবেশে রেণু অঙ্কুরিত হতে চায়। এই সময় রেণুর বহিস্ত্বক ফেটে যায় এবং অন্তস্ত্বক জার্মপোর (germpore) মাধ্যমে বহুকোষী সূত্ররূপে বেড়িয়ে এসে **প্রোটোনিমা** (Protonema) গঠন করে। প্রোটোনিমা **ক্রমাগত** বিভক্ত হয়ে চ্যাপ্টা সবুজ বর্ণের **তাম্বুলাকার** (cordate) অঙ্গ—**প্রোথ্যালস** (Prothallus) গঠন করে (চিত্র : 5.6)। প্রোথ্যালসের উপরের প্রশস্ত অংশে থাকে সুস্পষ্ট **অগ্রখাঁজ** (apical notch)। তাছাড়া প্রোথ্যালসের কিনারা থেকে বহু রোম এবং সরু অংশের নিম্নতল থেকে অসংখ্য রাইজয়েড উৎপন্ন হয়। রস শোষণ ছাড়াও প্রোথ্যালস রাইজয়েড-গুলির সাহায্যে মাটির সঙ্গে সংলগ্ন থাকতে পারে। দেহে ক্লোরোফিল থাকায় প্রোথ্যালস সালোকসংশ্লেষও চালাতে পারে। সুতরাং ড্রায়পটেরিসের প্রোথ্যালস (গ্যামেটোফাইট) স্বাধীন—স্বাবলম্বী।



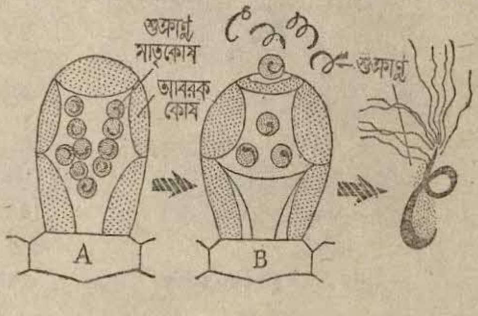
চিত্র : 5.6 ড্রায়পটেরিসের প্রোথ্যালস

(3) **যৌন জনন** (Sexual reproduction)—

জনন অঙ্গ (Sex organs) : প্রোথ্যালসের নিম্নতলের নির্দিষ্ট স্থান থেকে জনন

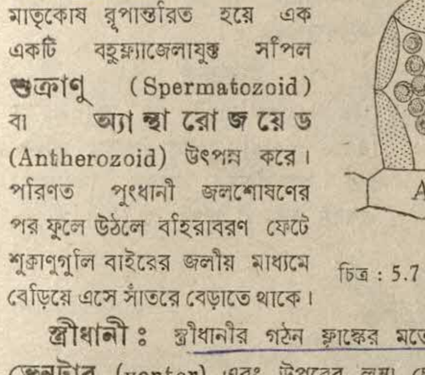
অঙ্গ উৎপন্ন হয়। প্রোথ্যালসের নীচের দিকে সরু অংশে রাইজয়েডগুলির মধ্যে বিক্ষিপ্তভাবে বহু পুংজনন অঙ্গ অর্থাৎ **পুংধানী** (Antheridia) উৎপন্ন হয়। স্ত্রীজনন অঙ্গ—**স্ত্রীধানী-গুলি** (Archegonia) অগ্রখাঁজের নীচে গঠিত হয়।

পুংধানী ঃ পরিণত পুংধানী ডিম্বাকার। এর চারপাশে একস্তর-বিশিষ্ট **আবরক** (Jacket) থাকে। আবরকের মধ্যে 20—30টি **শুক্রাণু মাতৃকোষ** (Spermatozoid mother cell) গঠিত হয়। প্রতিটি শুক্রাণু মাতৃকোষ রূপান্তরিত হয়ে এক একটি বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত সর্পিল **শুক্রাণু** (Spermatozoid) বা **অ্যান্থারোজয়েড** (Antherozoid) উৎপন্ন করে। পরিণত পুংধানী জলশোষণের পর ফুলে উঠলে বহিরাবরণ ফেটে শুক্রাণুগুলি বাইরের জলীয় মাধ্যমে বেড়িয়ে এসে সাঁতরে বেড়াতে থাকে।



চিত্র : 5.7 পুংধানী A—পরিণত পুংধানী ; B—বিদীর্ণ পুংধানী

স্ত্রীধানী ঃ স্ত্রীধানীর গঠন ফ্লাস্কের মতো। এর নীচের স্ফীত অংশকে **অঙ্ক** বা **ভেনটার** (venter) এবং উপরের লম্বা চোঙাকৃতি অংশকে **গ্রীবা** বা **নেক** (Neck) বলে। গ্রীবার মধ্যে একটি দুই নিউক্লিয়সযুক্ত **গ্রীবা নালীকোষ** (Neck canal cell) এবং অঙ্কের মধ্যে একটি **অঙ্কীয় নালীকোষ** (Ventral canal cell) ও একটি **ডিম্বাণু** (egg or ovum) থাকে।



চিত্র : 5.8 স্ত্রীধানী : A—পরিণত স্ত্রীধানী ;
B—নিষেকের পরে স্ত্রীধানী

নিষেক [Fertilization] ঃ

পরিণত স্ত্রীধানীর গ্রীবা নালীকোষ ও অঙ্কীয় নালীকোষ দ্রবীভূত হয়ে একটি পথ তৈরী করে। সেই পথ ম্যালিক অ্যাসিড ও মিউসিলেজ দ্বারা পূর্ণ হয়। ম্যালিক অ্যাসিডের দ্বারা আকৃষ্ট শুক্রাণুগুলি ফ্ল্যাজেলার সাহায্যে সাঁতার কেটে স্ত্রীধানীর মধ্যে প্রবেশ করে। এদের মধ্যে কেবল একটিই ডিম্বাণুর সঙ্গে মিলিত হতে পারে। মিলন হওয়া মাত্র **নিষেক** সম্পন্ন হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণু প্রাকারাবদ্ধ হয়ে গঠন করে **জাইগোট** বা **উস্পোর** (Oospore)। **নিষেকের ফলে জাইগোটে পূর্ণ ক্রোমোজোম সংখ্যার পুনরাবির্ভাব ঘটে এবং স্পোরোফাইট বা ডিপলয়েড** (2n) **জন্ম শুরু হয়।**

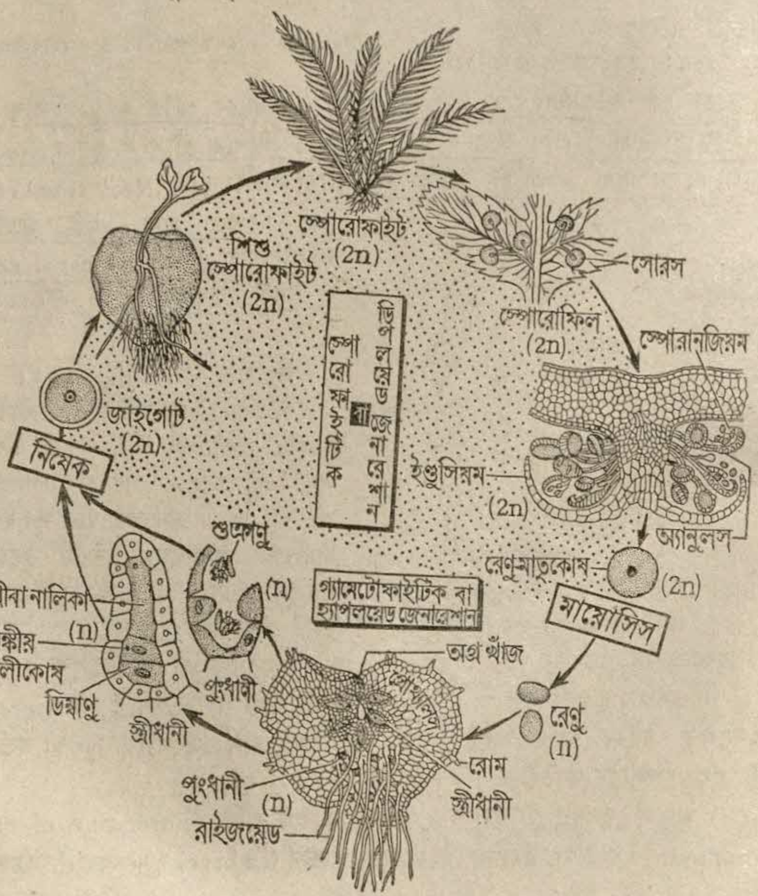
(vi) **নতুন রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইট সৃষ্টি** [Formation of new Sporophyte] ঃ জাইগোট ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে **ভ্রূণ** (embryo) সৃষ্টি করে। বহুকোষী

ভ্রূণ ক্রমশঃ বিকশিত হয়ে মূল, কাণ্ড ও পাতাবিশিষ্ট নতুন রেণুধর উদ্ভিদ গঠন করে। প্রাথমিক অবস্থায় রেণুধর উদ্ভিদ প্রোথ্যালসের উপর নির্ভরশীল। তবে মূল মাটিতে প্রবেশ করলে প্রোথ্যালসটি শুকিয়ে যায় এবং রেণুধর উদ্ভিদটি পরিণত হয়ে পূর্ণাঙ্গ ড্রায়পটেরিসের আকৃতি লাভ করে। পরিণত ও পূর্ণাঙ্গ ড্রায়পটেরিস পুনরায় একই পদ্ধতিতে জীবনযাপন করে।



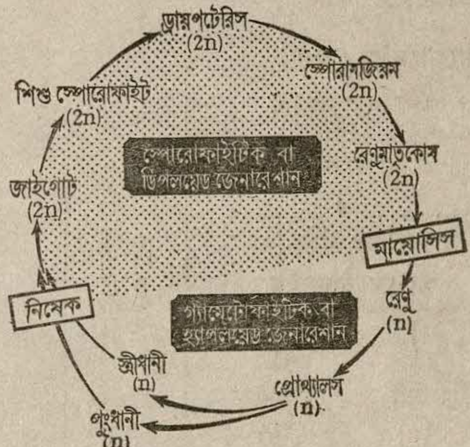
চিত্র : 5.9 নতুন রেণুধর উদ্ভিদ

(vii) **জনুক্রম** [Alternation of generation] **ও জীবনচক্র** [Life-cycle] : ড্রায়পটেরিসের জীবন-চক্রে সুস্পষ্টভাবে জনুক্রম বিদ্যমান। এখানে স্বাবলম্বী ডিপলয়েড (2n) রেণুধর



চিত্র : 5.10 ড্রায়পটেরিসের সচিত্র জীবন-চক্র

উদ্ভিদ অর্থাৎ স্পোরোফাইট দিয়ে জীবন-চক্র শুরু হয়। রেণুমাতৃকোষে মায়োসিস বিভাজনের ফলে রেণু বা স্পোর উৎপন্ন হয়। রেণু থেকে হ্যাপলয়েড (n) প্রোথ্যালস বা লিঙ্গধর উদ্ভিদ গঠিত হয়। হ্যাপলয়েড উদ্ভিদে সৃষ্ট পুংধানী ও স্ত্রীধানী থেকে যথাক্রমে হ্যাপলয়েড শুক্রাণু (n) ও হ্যাপলয়েড ডিম্বাণু (n) উৎপন্ন হয়। শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করা মাত্র ডিপলয়েড (2n) রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইটের পুনরাবির্ভাব ঘটে।



চিত্র : 5.11 ড্রায়পটেরিসের জীবন-চক্র

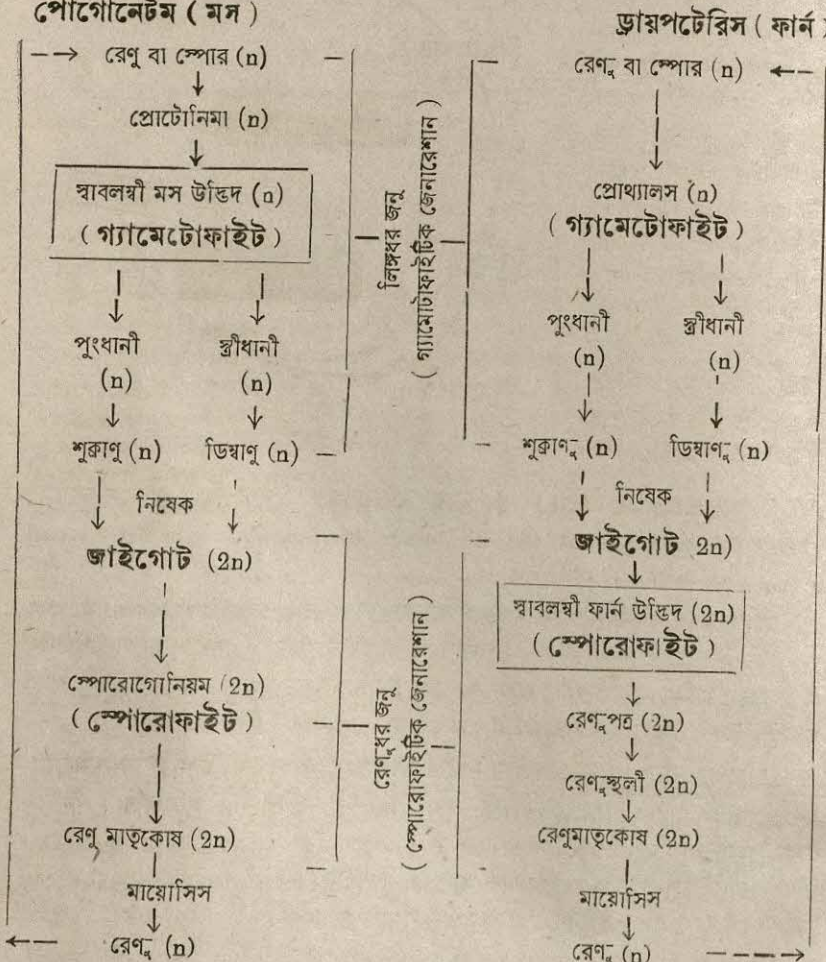
5.7. পোগোনেটম (মস) ও ড্রায়পটেরিসের (ফার্নের) জীবন-চক্রের তুলনা [Comparison of the life-cycles of *Pogonatum* (a Moss) and *Dryopteris* (a Fern)]

পোগোনেটম ও ড্রায়পটেরিস্ যথাক্রমে ব্রায়োফাইটা ও টেরিডোফাইটার অন্তর্গত দুটি পৃথক গণ (genus)। উভয়ের জীবন-চক্রে সুস্পষ্টভাবে জনুক্রম বিদ্যমান। সেখানে গ্যামেটোফাইটিক ও স্পোরোফাইটিক জেনারেশান একে অন্যকে নিয়মিতভাবে অনুসরণ করে। তবু স্থায়ী স্বাবলম্বী উদ্ভিদ হিসাবে পোগোনেটম ও ড্রায়পটেরিসের পার্থক্য উল্লেখযোগ্য।

পোগোনেটম বা মসজাতীয় সমস্ত উদ্ভিদের স্বাবলম্বী দশাটি গ্যামেটোফাইট এবং ঐ গ্যামেটোফাইট দশা দিয়েই জীবনের সূত্রপাত। নিষিক্ত ডিম্বাণু থেকে জাইগোট গঠিত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে অস্থায়ী স্পোরোফাইট দশার সূচনা হয়। স্পোরোফাইট রেণু উৎপাদন করার সঙ্গে সঙ্গে গ্যামেটোফাইট দশার পুনরাবির্ভাব ঘটে। রেণু অঙ্কুরিত হয়ে প্রথমে প্রোটোনিমা ও পরে পূর্ণাঙ্গ মস গঠন করে।

অপরপক্ষে **ড্রায়পটেরিস বা সমস্ত ফার্ন জাতীয় উদ্ভিদের স্বাবলম্বী দশাটি স্পোরোফাইট এবং স্পোরোফাইট দশা দিয়েই জীবনের সূত্রপাত।** সুতরাং এক্ষেত্রে জীবন-চক্রের অন্তর্বর্তী দশাটি গ্যামেটোফাইট—স্পোরোফাইট থেকে স্পোর উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে গ্যামেটোফাইটের সূচনা। অঙ্কুরিত স্পোর থেকে গঠিত প্রোথ্যালসটি হল অস্থায়ী গ্যামেটোফাইট উদ্ভিদ। প্রোথ্যালস থেকে উৎপন্ন শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর মিলনে যথারীতি জাইগোট গঠিত হয় এবং জাইগোট দিয়েই স্পোরোফাইট দশার পুনরাবির্ভাব ঘটে। সুতরাং উভয়ক্ষেত্রে জীবনচক্রের সাদৃশ্য থাকলেও স্বাবলম্বী উদ্ভিদের বিচারে পোগোনেটম (n) ও ড্রায়পটেরিসের

(2n) পার্থক্য উল্লেখ করার মতো। পোগোনেটম ও ড্রায়প্টেরিসের জীবন-চক্রের তুলনা নীচের ছকে দেখান হল।



॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long Answer/Essay type questions.]

1. টেরিডোফাইট কাদের বলা হয়? টেরিডোফাইটের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর। [Which are called pteridophytes? Mention the characteristic features of petridophytes.]
[উঃ। 5.1 ও 5.2 দেখ]

2. টেরিডোফাইটের উৎপত্তি সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? ড্রায়পটেরিসের সচিত্র জীবন-চক্র আঁক। [What is your idea about the origin of pteridophytes? Draw a diagramatic life-cycle of *Dryopteris.*] [উ: 1 5.5 (পৃ: 57) ও চিত্র 5.10 দেখ।]

3. ড্রায়পটেরিসের জীবন-বৃত্তান্তের সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the life-history of *Dryopteris.*] [উ: । 5.6 দেখ।]

4. ড্রায়পটেরিসের দুটি প্রজাতির নাম কর। ব্রায়োফাইটের সঙ্গে টেরিডোফাইটের কোন সাদৃশ্য আছে কি? ড্রায়পটেরিসের পরিণত স্পোরোফাইটের গঠন বর্ণনা কর। [Name two species of *Dryopteris.* Is there any resemblance of pteridophytes with bryophytes? Describe the structure of a mature sporophyte of *Dryopteris.*]

[উ: । 5.6 (i) ; 5.3 ও 5.6 (iv) দেখ।]

5. জনুক্রম কাকে বলে? ড্রায়পটেরিসের জীবন-চক্র অঙ্কন করে সেখানে জনুক্রমের সীমানা নির্দেশ কর। [What is an alternation of generation? Draw the life-cycle of *Dryopteris* and demarcate limits of two generations.] [উ: । 5.6 (vii) দেখ।]

6. প্রোথ্যালস কাকে বলে? একটি প্রোথ্যালসের সচিত্র বিবরণ দাও। সোরস কি? কিভাবে রেণু বিস্তৃত হয়? [What is a prothallus? Give an illustrated account of a prothallus. What is a sorus? How are spores dispersed?] [উ: । 5.6 (v) দেখ।]

7. গ্যামেটোফাইট কাকে বলে? ড্রায়পটেরিসের গ্যামেটোফাইট কোনটি? প্রস্থচ্ছেদে একটি সোরসের অন্তর্গঠন বর্ণনা কর। [What is a gametophyte? Which is the gametophyte of *Dryopteris?* Describe the internal structure of a sorus in transverse section.]

[উ: । 5·6 (v) অন্তর্গত গ্যামেটোফাইট সৃষ্টি অংশ ও অযৌন জনন অন্তর্গত অংশ দেখ।]

8. পোগোনেটম ও ড্রায়পটেরিসের জীবন-চক্রের তুলনা কর। [Compare the life-cycles of *Pogonatum* and *Dryopteris.*] [উ: । 5.7 দেখ।]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions.]

9. উদ্ভিদ জগতে ড্রায়পটেরিসের স্থান কোথায়? ড্রায়পটেরিসের স্পোরোফাইটের বহির্গঠন বর্ণনা কর। [What is the systematic position of *Dryopteris?* Describe the external features of a sporophyte of *Dryopteris.*] [উ: । 5.6 (i) ও (iv) দেখ]

10. ব্রায়োফাইট থেকে টেরিডোফাইটের অগ্রগতির উল্লেখ কর। [Mention a few points of advancement of pteridophytes over bryophytes.] [উ: । 5.4 দেখ।]

11. টেরিডোফাইটের পাঁচটি বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। স্পারমাটোফাইটের সঙ্গে এদের কোন সাদৃশ্য আছে কি? [Mention five distinctive features of pteridophytes. Is there any resemblance of pteridophyte with spermatophytes?] [উ: । 5.2 ও 5.5 পৃ: 57 দেখ।]

12. টেরিডোফাইটকে ভাস্কুলার ক্রিপ্টোগ্যাম বলা হয় কেন? ড্রায়পটেরিসের গ্যামেটোফাইট স্বাবলম্বী না পরজীবী? [Why pteridophytes are called vascular cryptogams? Is gametophyte of *Dryopteris* independent or parasite?] [উ: 5.1 ও 5.6 (v) অন্তর্গত গ্যামেটোফাইট সৃষ্টি অংশ দেখ।]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

13. প্রোথ্যালসের কাজ কি? ড্রায়পটেরিসের একটি শিশু স্পোরোফাইটের ছবি আঁক। [What are the functions of a prothallus? Draw a young sporophyte of *Dryopteris.*]

[উ: । 5.6 (v) অন্তর্গত গ্যামেটোফাইট সৃষ্টি অংশ ও চিত্র 5.9 দেখ।]

14. প্রথম সুগঠিত স্পোরোফাইট কোন্ শ্রেণীর উদ্ভিদে দেখা যায়? [In which class of plants an well organised sporophyte first appeared?] (উ: । 5.1 দেখ।)

15. স্পোরোফাইটকে কখন সমরেণুপ্রসূ ও অসমরেণুপ্রসূ বলা হয়? [When is a sporophyte called homosporous and heterosporus?] [উ: । 5.2 (7) দেখ।]

16. ভিন্নবাসী উদ্ভিদ বলতে কি বোঝ? টেরিডোফাইটের জনন কিসের মাধ্যমে সম্ভব? [What do you understand by dioecious plants? On which medium reproduction of pteridophytes depend?] [উঃ। 5.2 (10) ও (13) দেখ।]

17. টেরিডোফাইটের উৎপত্তি সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? [What is your idea about the origin of pteridophytes?] [উঃ। 5.5 পৃ: 58 দেখ।]

18. রাইজোম কাকে বলে? ড্রায়পটেরিসের রাইজোমের গঠন-বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। [What is a rhizome? Mention the structural features of the rhizome of *Dryopteris*?] [উঃ। 5.6 (iv) দেখ।]

19. প্রোথ্যালসের কোন্ অংশে পুংধানী ও কোন্ অংশে স্ত্রীধানী থাকে? একটি শুক্রাণুর চিত্র আঁক। [In which parts of the prothallus antheridia and archegonia are found? Draw a sperm.] [উঃ। 5.6 (iv) অন্তর্গত চিত্র 5.6 ও চিত্র 5.7 দেখ।]

20. একটি স্ত্রীধানীর গঠন ছবি এঁকে দেখাও। [Show with the help of a diagram the structure of an archegonium.] [উঃ। চিত্র 5 8 দেখ।]

21. **নিম্নলিখিত বিষয়গুলির টেকনিক্যাল টার্ম দাও।** [Give the technical terms of the following.]

(1) রেণুস্থলীকে ঢেকে রাখতে ঢালের মতো অংশ। [The shield-shaped structure that covers the sporangium]

(2) ড্রায়পটেরিসের হৃৎপিণ্ডাকৃতি গ্যামেটোফাইট। [Heart-shaped gametophyte of Dryopteris]

(3) রেণু অঙ্কুরিত হয়ে যে অঙ্গ গঠন করে। [The structure formed after germination of spore.]

(4) শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর মিলনে উৎপন্ন অঙ্গ। [The structure formed by the union of sperm and ovum.]

(5) রেণুস্থলীর সমষ্টি। [Structure formed by the assemblage of sporangia.]

22. **শূন্যস্থান পূরণ কর ঃ** [Fill in the blanks.]

(1) টেরিডোফাইটের দেহে সংবহনকলা —। (2) টেরিডোফাইটের গ্যামেটোফাইট —। (3) ভিন্নবাসী টেরিডোফাইটের ক্ষেত্রে পৃথক পৃথক — পুংধানী ও স্ত্রীধানী জন্মায়। (4) জনন কেবল — মাধ্যমেই সম্ভব। (5) ড্রায়পটেরিসের মাটির মধ্যে শায়িত খর্বাকৃতি কাণ্ডের অংশবিশেষকে — বলে। (6) রাইজোম অসংখ্য বাদামী রং-এর ঘনসন্নিবিষ্ট — দ্বারা আবৃত থাকে। (7) সোরাস কতকগুলি — র সমষ্টিমাত্র। (8) রেণুস্থলী-ধারণকারী পাতাকে — বলে। (9) নিক্ষেপবলয়ের নরম স্থানটিকে — বলা হয়। (10) প্রোটোনিমা ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে তাম্বুলাকার — গঠন করে। (11) স্ত্রীধানীর গঠন — মতো।

23. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ।** [Write short notes on] :

(a) ভাস্কুলার ক্রিপ্টোগাম (Vascular cryptogam); (b) স্পোরোফাইট (Sporophyte); (c) মাইক্রোস্পোর (Microspore); (d) সহবাসী উদ্ভিদ (Monoecious plant); (e) রাইজোম (Rhizome); (f) সোরাস (Sorus); (g) মেরিস্টিলি (Meristele); (h) ইণ্ডুসিয়ম (Indusium); (i) স্টোমিয়ম (Stomium); (j) অ্যান্নুলস (Annulus); (k) প্রোটোনিমা (Protonema); (b) প্রোথ্যালস (Prothallus)।

6 ॥ জীমনোস্পার্ম ॥

Syllabus : *Gymnosperm* : Distinctive features (morphological only) reproduction and life-cycle with reference to *Pinus*.

6.1. জীমনোস্পার্ম [Gymnos = নগ্ন বা ব্যক্ত ; Sperma = বীজ]

জীমনোস্পার্ম সপুষ্পক উদ্ভিদ গোষ্ঠীর মধ্যে প্রাচীনতম। আদি জীমনোস্পার্মে ছিল ফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু (টেরিডোফাইটের মতো)। এদের গ্যামেটোফাইট বা লিঙ্গধর জনু স্বাবলম্বী নয় এবং এরা বীজ উৎপন্ন করে (অ্যানজিওস্পার্ম বা গুপ্তবীজী উদ্ভিদের প্রধান চরিত্র)। সুতরাং টেরিডোফাইট ও অ্যানজিওস্পার্ম (বা গুপ্তবীজী) এই দুই উদ্ভিদগোষ্ঠীর মধ্যে জীমনোস্পার্মই যোগসূত্র রচনা করে বলে মনে করা হয়। প্রাচীনকালে পৃথিবীর বিভিন্নস্থানে জীমনোস্পার্মের ছিল ব্যাপক বিস্তৃতি, আজকাল এদের সংখ্যা অনেক কমে এসেছে। জীমনোস্পার্ম অ্যানজিওস্পার্মের মতোই **সবীজ উদ্ভিদ** (seed bearing plants)। সেজন্য উভয়কেই একই গোষ্ঠীর উদ্ভিদ অর্থাৎ **স্পার্মাটোফাইট** (Spermatophyte) বলা হয়। উভয়েরই ফুল ও বীজ হয়। তবে এদের উল্লেখযোগ্য পার্থক্য হল, **অ্যানজিওস্পার্মের বীজ ফলের মধ্যে ঢাকা থাকে** ; কিন্তু **জীমনোস্পার্মের বীজ নগ্ন বা উন্মুক্ত—কখনই ফলের মধ্যে ঢাকা থাকার সুযোগ ঘটে না**, কারণ এদের ফল হয় না। সেজন্য জীমনোস্প্যার্ম **নগ্নবীজী** বা **ব্যক্তবীজী** উদ্ভিদ নামেই পরিচিত।

6.2. চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য (কেবল অঙ্গসংস্থানগত) [Distinctive features (morphological only)]

1. অধিকাংশই কাষ্ঠল, চিরহরিৎ, বহুবর্ষজীবী বৃক্ষ বা গুল্ম জাতীয় উদ্ভিদ।

2. এদের দেহে জাঙ্গল উদ্ভিদ অর্থাৎ **জেরোফাইট** (xerophyte)-এর বৈশিষ্ট্য দেখা যায়।

3. দেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত।

4. উদ্ভিদ সর্বদাই রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইট।

5. অধিকাংশের কাণ্ডই পিরামিডাকৃতি বা **এক্সকারেন্ট** (excurrent)। কাণ্ডে পত্র ক্ষত (leaf-scar) বর্তমান।

6. পাতা একপ্রকার বা দু'প্রকার অর্থাৎ আঁশের মতো শল্কপত্র (scale leaf) এবং সাধারণ পত্র (foliage-leaf)। পর্ণপত্র সরল অথবা যৌগ।

7. প্রায় সকল ক্ষেত্রেই অসংখ্য **স্পোরোফিল** (Sporophyll) বা রেণুপত্র ঘনসন্নিবিষ্ট হয়ে শঙ্কু আকৃতির একলিঙ্গ **কোণ** (Cone) অর্থাৎ **স্ট্রবিলাস** (Strobillus) বা রেণুপত্রমঞ্জরী গঠন করে।

8. একরকম স্পোরোফিল দ্বারাই এক একটি কোণ বা স্ট্রবিলাস গঠিত হয়। **কোণ বা স্ট্রবিলাস হল ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পুষ্পবিন্যাস।**

9. মেগাস্পোরোফিল (Megasporophyll) বা স্ত্রীরেণুপত্র (গর্ভপত্র) কখনই সংযুক্ত হয়ে বদ্ধ-প্রকোষ্ঠ বা গর্ভাশয় (ovary) সৃষ্টি করে না। তাই এদের ফল গঠিত হয় না—মেগাস্পোরানজিয়ম (megasporangium) বা ডিম্বক (ovule) বীজে পরিণত হলেও তা অনাবৃত থেকে যায়। এই কারণেই এদের **ব্যক্তবীজী** (naked seeded) উদ্ভিদ বলা হয়।

10. ডিম্বক অনাবৃত থাকায় **মাইক্রোস্পোর** (Microspore) বা **পরাগ** (Pollen grain) পরাগযোগের সময় বায়ুতাড়িত হয়ে **সরাসরি ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্রের** (micropyle) **উপর পড়ে।** অর্থাৎ **পরাগযোগ প্রত্যক্ষ** (direct)।

11. টেরিডোফাইটের মতো এদের গ্যামেটোফাইটও দু'প্রকার—স্ত্রী ও পুং। কিন্তু এইসব গ্যামেটোফাইট গুপ্তবীজী উদ্ভিদের গ্যামেটোফাইটের মতো অত্যন্ত হ্রাসপ্রাপ্ত দশা।

12. অধিকাংশ ক্ষেত্রে টেরিডোফাইটের মতো স্ত্রী গ্যামেটোফাইটে **আর্কিগোনিয়ম** (Archegonium) **বা স্ত্রীধানী গঠিত হয়।**

13. সচল বা নিশ্চল শুক্রাণু দ্বারা ডিম্বাণু নিষিক্ত হয়।

14. **নিষেকের পূর্বেই এণ্ডোস্পার্ম** (Endosperm) **বা সস্য গঠিত হয়** অর্থাৎ সস্যের প্রকৃতি হ্যাপলয়েড (n)।

15. বীজ বহু ভ্রূণযুক্ত (Polyembryonic)।

16. বীজ নগ্ন বা অনাবৃত বলে ফল গঠিত হয় না।

6.3. টেরিডোফাইটের সঙ্গে জীমনোস্পার্মের সাদৃশ্য [Resemblance of gymnosperms with pteridophytes]

1. টেরিডোফাইটের মতো জীমনোস্পার্মেও সুস্পষ্ট **জনুক্রম** বিদ্যমান—রেণুধর জনু ও লিঙ্গধর জনু একে অন্যকে নিয়মিতভাবে অনুসরণ করে।

2. স্বনির্ভর স্পোরোফাইট বা রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত। লিঙ্গধর উদ্ভিদ বা গ্যামেটোফাইট হ্রাসপ্রাপ্ত ও ক্ষুদ্রাকৃতি, তবে জীমনোস্পার্মে এটি সম্পূর্ণভাবে স্পোরোফাইটের উপর নির্ভরশীল।

3. কোন কোন ক্ষেত্রে (যেমন, সাইকাস) ফার্নের মতো যৌগপত্র বর্তমান এবং সেখানেও পাতা অপরিণত দশায় কুণ্ডলী পাকিয়ে থাকে (circinate vernation)।

4. অধিকাংশ জীমনোস্পার্মের (নিটাম বাদে) জাইলেমে ভেসেল (vessel) থাকে না।

5. ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষ থাকে না।

6. অধিকাংশ টেরিডোফাইটের মতো (ফার্ন বাদে) এরা অসমরেণু প্রসূ (heterosporous)।

7. সস্য গর্ভাধানের পূর্বেই গঠিত হয়।

8. ফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু বর্তমান (সাইকাস, গিংগো প্রভৃতি প্রাচীন উদ্ভিদদেহে)।

6.4. অ্যানজিওস্পার্মের সঙ্গে জীমনোস্পার্মের সাদৃশ্য [Resemblance of gymnosperms with angiosperms]

1. কাষ্ঠল রেণুধর উদ্ভিদ—বহুবর্ষজীবী বৃক্ষ বা গুল্ম। দেহ কাণ্ড, মূল ও পাতায় বিভক্ত।

2. কাণ্ডের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত (conjoint), সমপার্শ্বীয় (collateral) ও মুক্ত (open)।

3. জনন অঙ্গগুলি একত্রিত হয়ে কোণ গঠন করে যাকে অনেকটা ফুলের মতো দেখায়।

4. পুং গ্যামেটকে বহন করে নিয়ে যাবার জন্যে রেণু নালিকা (pollen tube) গঠিত হয়।

5. মেগাস্পোরানজিয়ম বা ডিম্বকের মধ্যে মেগাস্পোর বা স্ত্রীরেণু স্থায়ীভাবে অবস্থান করে।

6. ভ্রূণের বৃদ্ধির সময় ভ্রূণপোষক বা নিউসেলস (nucellus) থেকে খাদ্য আহরণের জন্য ভ্রূণধর (suspensor) গঠিত হয়।

7. ডিম্বকত্বক (integument) দ্বারা ডিম্বক পুরোপুরি আবৃত থাকে।

8. ডিম্বক পরিণত হয়ে বীজ গঠন করে।

6.5. পাইনাস

[Pinus]

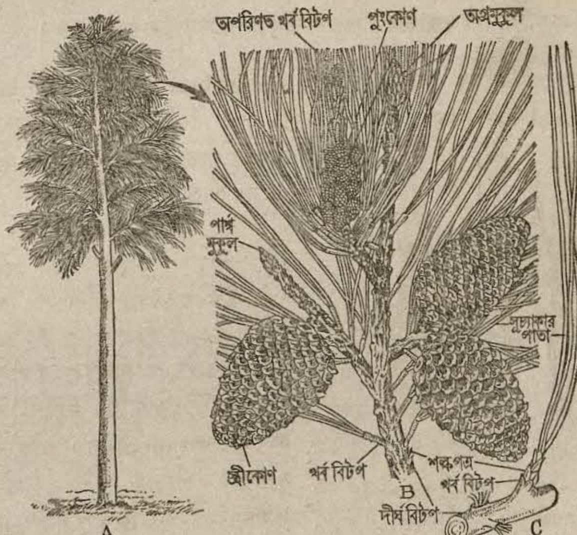
(i) উদ্ভিদজগতে স্থান [Systematic position]

[বিভাগ (Division)—কনিফেরোফাইটা (Coniferophyta) ; শ্রেণী (Class)—কনিফেরোপসিডা (Coniferopsida) ; বর্গ (Order)—কনিফেরালিস (Coniferales) ; গোত্র (Family)—পাইনাসী (Pinaceae) ; গণ (Genus)—পাইনাস (Pinus)]

(ii) কয়েকটি ভারতীয় প্রজাতি [A few Indian species]

ভারতের বিভিন্ন স্থান থেকে আজ পর্যন্ত মোট 6টি প্রজাতির হদিস পাওয়া গেছে : (1) পাইনাস ওয়ালিচিয়ানা (*Pinus wallichiana*) ; (2) পাইনাস আরমাণ্ডি (*P. armandi*) ; (3) পাইনাস জিরারডিয়ানা (*P. gerardiana*) ; (4) পাইনাস রকস্‌বারজিয়াই (*P. roxburghii*) ; (5) পাইনাস ইনসুলারিস (*P. insularis*) ; (6) পাইনাস মারকুসাই (*P. merkusii*)।

(iii) **বসতি (Habitat)** ঃ ব্যক্তবীজী উদ্ভিদগোষ্ঠীর মধ্যে অতি পরিচিত পাইনাস গণটি প্রায় সর্বত্র—বিশেষ করে উত্তর গোলার্ধে শীতপ্রধান অঞ্চলে প্রচুর পরিমাণে জন্মায়। ভারতে



চিত্র ঃ 6.1 A—পাইনাস উদ্ভিদ ; E—পুং ও স্ত্রীকোণসহ দীর্ঘ বিটপ ; C—দীর্ঘ ও খর্ব বিটপের সম্বন্ধ

প্রধানত পশ্চিম হিমালয় এবং আসামের খাসিয়া ও জয়ন্তী পর্বতমালায় পাইনাসের আধিক্য

লক্ষ্য করার মতো। সাধারণতঃ একত্রে ঘনবসতি স্থাপন করার ফলে এরা চিরহরিৎ বন (evergreen forest) সৃষ্টি করে।

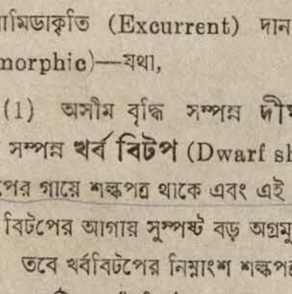
(iv) **পরিণত উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইটের বহির্গঠন** (External morphology of an adult plant or Sporophyte)

পাইনাসের পরিণত উদ্ভিদ **স্বাবলম্বী স্পোরোফাইট** (চিত্র : 6.1A)। এটি একটি সুউচ্চ পিরামিডাকৃতি চিরহরিৎ বৃক্ষ। 3—10 বৎসরেও এদের পাতা ঝড়ে না। পাইনাসের দেহ কাণ্ড, পাতা ও মূলে বিভক্ত।

কাণ্ড : পাইনাসের কাণ্ড খাড়া, বেলনাকার (Cylindrical), কাষ্ঠল এবং শল্ক বল্কল (Scaly bark) দ্বারা আবৃত। সুস্পষ্ট অগ্রমুকুল থাকলেও তার বৃদ্ধি প্রচ্ছন্ন। শল্কপত্রের কক্ষ থেকে সর্পিলরীতিতে উৎপন্ন শাখাগুলি বিশেষভাবে সজ্জিত হয়ে পাইনাসকে পিরামিডাকৃতি (Excurrent) দান করে। পাইনাসের শাখা দু'প্রকার অর্থাৎ **দ্বিরূপ** (dimorphic)—যথা,

(1) অসীম বৃদ্ধি সম্পন্ন **দীর্ঘ বিটপ** (Long shoot) এবং (2) সীমাবদ্ধ বৃদ্ধি সম্পন্ন **খর্ব বিটপ** (Dwarf shoot or spur) (চিত্র : 6.1 B ও C)। দীর্ঘ বিটপের গায়ে শল্কপত্র থাকে এবং এই শল্কপত্রগুলির কক্ষ থেকেই খর্ব বিটপ নির্গত হয়। দীর্ঘ বিটপের আগায় সুস্পষ্ট বড় অগ্রমুকুল থাকলেও খর্ব বিটপের আগায় অগ্রমুকুল থাকে না। তবে খর্ববিটপের নিম্নাংশ শল্কপত্র দ্বারা আবৃত থাকে এবং আগায় প্রজাতি ভেদে 1 থেকে 5টি ঘনসন্নিবিষ্ট সূচ্যাকার সাধারণ পাতা জন্মায় [চিত্র : 6.1(c)]।

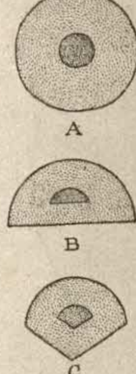
পাতা : পাইনাসের পাতা দু'রকম (dimorphic)—**শল্কপত্র ও সাধারণ পত্র** (foliage leaves)। শল্কপত্রগুলি দীর্ঘ ও খর্ব—উভয় বিটপের উপরেই জন্মায়। এগুলি আঁশের মতো পাতলা বিশেষ ধরনের বাদামী রংয়ের পাতা। এদের দ্বারা সালোকসংশ্লেষ হয় না। বিটপ পরিণত হবার সঙ্গে সঙ্গে শল্কপত্র ঝড়ে যায়। আগেই বলা হয়েছে, সাধারণ পাতাগুলি কেবলমাত্র খর্ব বিটপ থেকেই জন্মায়। পাইনাসের এই সাধারণ পাতাগুলি দেখতে সূচের মতো বলে তাদের **সূচ্যাকার পাতা** (needle) বলা হয় (চিত্র : 6.2)। এগুলি চিরহরিৎ—মসৃণ বা কৌণিক (anguler)। বিভিন্ন প্রজাতিতে সূচ্যাকার পাতার সংখ্যা কম-বেশী হয়। সংখ্যানুযায়ী এরা **একফলক** (Unifoliate), **দ্বিফলক** (Bifoliate), **ত্রিফলক** (Trifoliate) বা **পঞ্চফলক** (Pentafoliate) হয়। সূচ্যাকার পাতাগুলিতে জাঙ্গল উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য (Xerophytic character) লক্ষ্য করা যায় ; কারণ পাইনাস সাধারণত ঢালু



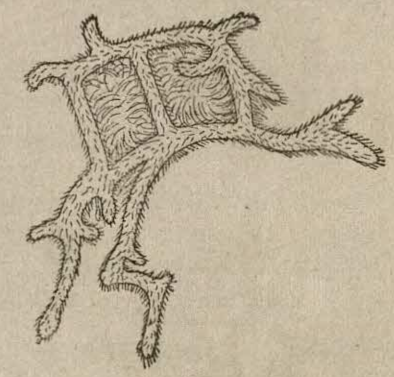
চিত্র : 6.2 পাইনাস ফলকের সংখ্যা : 1—একক ফলক ; 2—দ্বিফলক ; 3—ত্রিফলক ; 4—পঞ্চফলক

পাহাড়ী অঞ্চলে জন্মায়। সেখানে বৃষ্টির জল দাঁড়াতে পারে না বা দাঁড়ালেও তাড়াতাড়ি গড়িয়ে নীচে নেমে যায়। তাছাড়া শীতকালীন আবহাওয়ার প্রাধান্যও এর অন্যতম প্রধান কারণ। প্রজাতিভেদে ফলকের আকৃতিগত বৈশিষ্ট্যও উল্লেখ করার মতো। (চিত্র : 6.3-তে বিভিন্ন আকৃতির ফলকের প্রস্থচ্ছেদ দেখান হল)।

মূল : মূলতন্ত্র অত্যন্ত সরল ও সাদাসিধে। পাইনাসের সুদীর্ঘ প্রধান মূল মাটির গভীরে প্রবেশ করার সময় চারপাশ থেকে দৃঢ় শাখামূল উৎপন্ন করে। শাখামূলগুলি মাটির



চিত্র : 6.3 বিভিন্ন আকৃতির ফলকের প্রস্থচ্ছেদ (A—C)



চিত্র : 6.4 পাইনাসের মিথোজীবীয় ছত্রাকে ঢাকা মূল

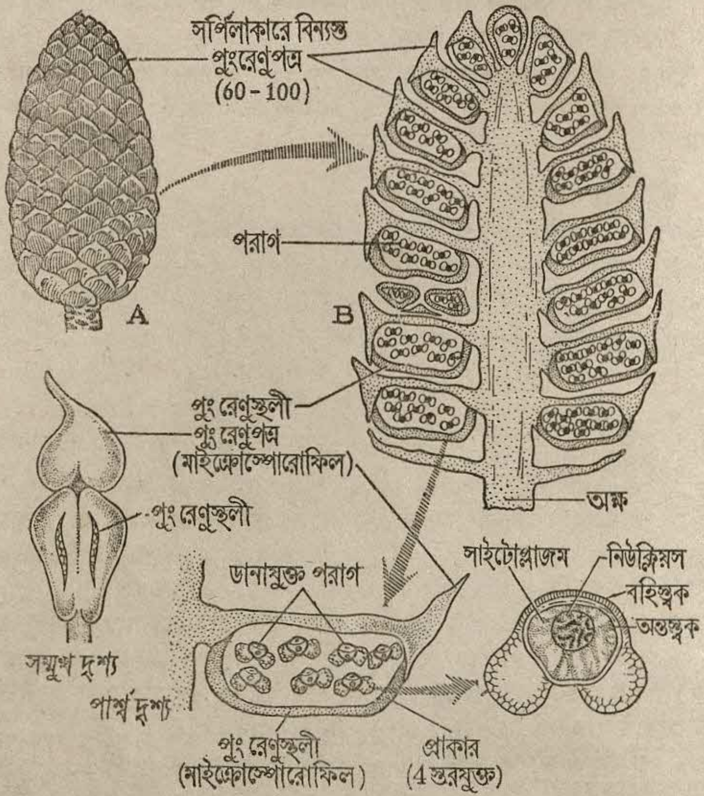
গভীরে প্রবেশ না করলেও তারা আসেপাশের বিস্তীর্ণ এলাকায় ছড়িয়ে পড়ে। মূলে মূলরোম থাকে না বললেই চলে। মূলরোমবিহীন মূল যাতে শোষণের কাজ চালিয়ে নিতে পারে সেজন্য তাদের চারদিকে মিথোজীবীর ছত্রাকের আবরণ পরে (চিত্র : 6.4) যার দ্বারা **এক্টোট্রফিক মাইকোরাইজার** (ectotrophic mycorrhiza) সৃষ্টি হয়।

(v) **জনন ও জীবন-চক্র** [Reproduction and life-cycle]

পাইনাস সহবাসী (monoecious)—অর্থাৎ একই গাছে পুং ও স্ত্রী **কোণ** বা **স্ট্রবিলাস** (cone or strobilus) উৎপন্ন হয়। পুংকোণ থেকে **মাইক্রোস্পোর** (microspore) বা **পরাগ** (pollen grain) এবং স্ত্রীকোণ থেকে **মেগাস্পোর** (megaspore) বা **স্ত্রীরেণু** গঠিত হয়।

পুংকোণ বা **স্ট্যামিনেট স্ট্রবিলাস** (Male cone or Staminate Strobilus) (চিত্র : 6.5) : দীর্ঘবিটপের যেখান থেকে খর্ববিটপ উৎপন্ন হয় সেই স্থান থেকে লালচে পুংকোণগুলি গুচ্ছাকারে জন্মায়। ক্ষুদ্র ডিম্বাকার কোণগুলির দৈর্ঘ্য 1—10 সেঃ মিঃ। প্রতিটি পুংকোণের কেন্দ্রে থাকে একটি করে অক্ষ। অক্ষের উপরে সর্পিলভাবে প্রায় 65 থেকে 135টি **মাইক্রোস্পোরোফিল** (microsporophyll) বা **পুংকেশর** (stamen) সজ্জিত থাকে। পুংকেশরের নিম্নাংশ সরু হয়ে দণ্ডাকার হয় এবং ঊর্ধ্বাংশ বিস্তৃত হয়ে পাতার আকার ধারণ করে। আগার দিকে বিন্যস্ত বন্ধ্যা পুংকেশরগুলি ছাড়া অন্যান্য প্রতিটি পুংকেশরের নীচের দিকে মধ্যরেখার দু'পাশে দুটি করে **মাইক্রোস্পোরানজিয়া** (microsporangia) বা **পরাগথলি** (pollen sac) গঠিত হয়। এদের প্রত্যেকটিতে উৎপন্ন বহু ডিপলয়েড (2n)

পুংরেণু মাতৃকোষ বা **মাইক্রোস্পোর মাদার সেল** (microspore mother cell) মায়োসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে হ্যাপলয়েড (n) **মাইক্রোস্পোর** (microspore) বা



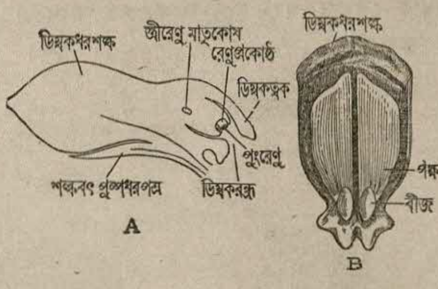
চিত্র : 6.5 পুংকোণ ও তার বিভিন্ন অংশ A—পুংকোণ ; B—দীর্ঘচ্ছেদ

পরাগ (pollen grain) গঠন করে। **প্রতিটি পরাগে একজোড়া বায়ুপূর্ণ ডানা থাকে।** পরাগথলি ফেটে গেলে পরাগগুলি ডানা মেলে বহুদূর উড়ে যায়। পুংকোণগুলি পার্বত্য এলাকায় মে মাসে এবং সমতলভূমিতে জানুয়ারীতে উৎপন্ন হয়। পুংকোণ দেখা দেবার অনেক পরে স্ত্রী-কোণের আবির্ভাব ঘটে।

স্ত্রীকোণ বা **পিস্টিলেট স্ট্রবিলাস** (Female cone or Pistillate Strobilus) দীর্ঘবিটপস্থ শল্কপত্রের কক্ষে স্ত্রীকোণগুলি জন্মায় চিত্র : 6.1 B)। এগুলি পুংকোণ অপেক্ষা অধিকতর স্থায়ী এবং আকারে বড়। কোণগুলি শুষ্ক, কঠিন ও কাষ্ঠল ; এদের দৈর্ঘ্য 15—60 সেঃ মিঃ। প্রতিটি কোণের কেন্দ্রীয় অক্ষকে ঘিরে সর্পিলভাবে অসংখ্য **মেগাস্পোরোফিল** (megasporophyll) বা **গর্ভপত্র** (carpel) সজ্জিত থাকে। উপরের ও নীচের মেগাস্পোরোফিলগুলি বন্ধ্যা হলেও বাকিগুলি জননক্ষম। বৃন্তযুক্ত মেগাস্পোরোফিলে বিশেষ

ধরনের একটি বিস্তৃত বৃহৎ ও কঠিন শল্ক থাকে। একে **ডিম্বকধরশল্ক** বা **ওভিউলিফেরাস স্কেল** (Ovuliferous scale) বলে (চিত্র : 6.6)।

শল্কবৎ পুষ্পধরপত্র বা **ব্র্যাকেট স্কেল** (Bract scale) নামে সূক্ষ্ম একটি শল্কের উপরিভাগে ডিম্বকধরশল্ক যুক্ত থাকে। ডিম্বকধরশল্কের উপরিভাগে মধ্যরেখার দু'পাশে দুটি নিম্নমুখী **ডিম্বক** (Ovule) বা **মেগাস্পোরানজিয়ম** (megasporangium) সংলগ্ন থাকে।



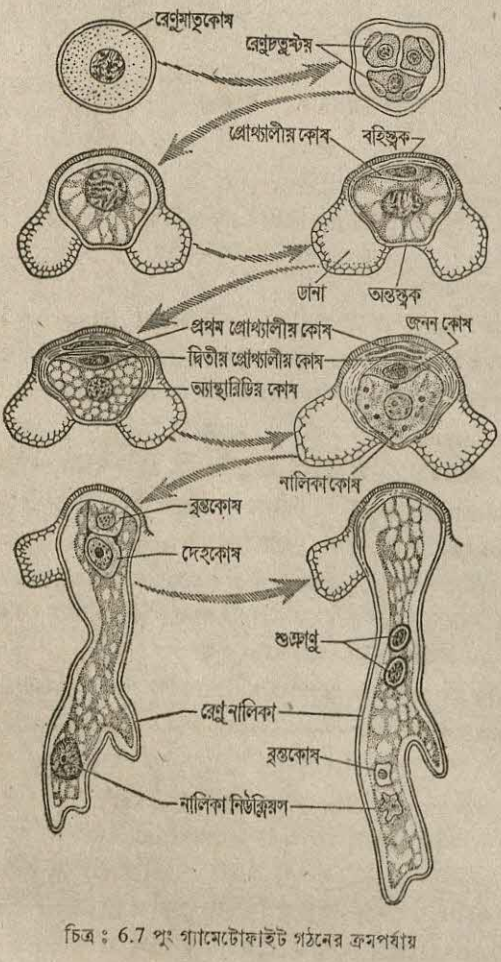
চিত্র : 6.6 A—ডিম্বকধরশল্কসহ ডিম্বকের দীর্ঘচ্ছেদ ; B—বীজসহ পরিণত মেগাস্পোরোফিল

ডিম্বক : ডিম্বকের দেহ প্রধানত **ভ্রূণপোষককলা** বা **নিউসেলস** (Nucellus) দ্বারা গঠিত। নিউসেলসকে ঘিরে রাখে তিনস্তর বিশিষ্ট **ডিম্বকত্বক** (Integument) (চিত্র : 6.6A)। ভ্রূণপোষক কলা ও ডিম্বকত্বক নীচের দিকে জুড়ে গেলেও উপরের দিকে বিচ্ছিন্ন হয়ে বিশেষ রন্ধ্র—**ডিম্বকরন্ধ্র** (micropyle) গঠন করে। ডিম্বকরন্ধ্র সর্বদা নিম্নমুখী। নিউসেলসের কেন্দ্রে অবস্থিত ডিপ্লয়েড (2n) **স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ** বা **মেগাস্পোর মাদার সেল** (megaspore mother cell) মায়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে একসারিতে বিন্যস্ত চারটি হ্যাপলয়েড (n) **স্ত্রীরেণু** বা **মেগাস্পোর** (megaspore) গঠন করে। এদের মধ্যে নীচেরটি অর্থাৎ ডিম্বকরন্ধ্র থেকে দূরবর্তী বৃহত্তম ও কার্যকরী মেগাস্পোরটি ছাড়া বাকি তিনটি বিনষ্ট হয়। মায়োসিস প্রক্রিয়ায় মেগাস্পোর সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে স্ত্রীগ্যামেটোফাইটিক জেনারেশান বা হ্যাপলয়েড (n) জেনারেশান শুরু হয়।

পুং গ্যামেটোফাইট (Male gametophyte) (চিত্র : 6.7) : পুং গ্যামেটোফাইটের প্রথম কোষ মাইক্রোস্পোর বা পরাগ। মাইক্রোস্পোরের অঙ্কুরোদগম থেকেই পুং গ্যামেটোফাইটের সূত্রপাত। মাইক্রোস্পোরানজিয়মে আবদ্ধ থাকতে থাকতেই মাইক্রোস্পোরের অঙ্কুরোদগম শুরু হয়। প্রথমেই এর নিউক্লিয়স মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হয়ে দুটি অসম কোষ সৃষ্টি করে। এদের মধ্যে ছোটটি **প্রথম প্রোথ্যালীয় কোষ** (First prothallial cell)। বড়টি পুনরায় ভেঙ্গে যে দুটি অসম কোষ সৃষ্টি করে তাদের মধ্যে ছোটটি **দ্বিতীয় প্রোথ্যালীয় কোষ** (Second prothallial cell) এবং বড়টি **অ্যান্থারিডিয় কোষ** (Antheridial cell)। একইভাবে অ্যান্থারিডিয় কোষটি ভেঙ্গে সৃষ্টি করে **জনন কোষ** (Generative cell) ও **নালিকা কোষ** (Tube cell)। ক্রমশঃ প্রথম ও দ্বিতীয় প্রোথ্যালীয় কোষ বিনষ্ট হয়। **এরূপ চার কোষীয় অবস্থায় পরাগ বা মাইক্রোস্পোর মাইক্রোস্পোরানজিয়ম থেকে বেড়িয়ে এসে বাতাসে উড়ে চলে।** পরাগযোগের পর পুং গ্যামেটোফাইটের বৃদ্ধি পুনরায় শুরু হয়।

পরাগযোগ (Pollination) : পার্বত্য অঞ্চলে মে-জুন মাসে এবং সমতলভূমিতে তারও আগে পরাগযোগ ঘটে। পরাগযোগের মাধ্যম বাতাস। স্ফীতকায় ডানার সাহায্যে

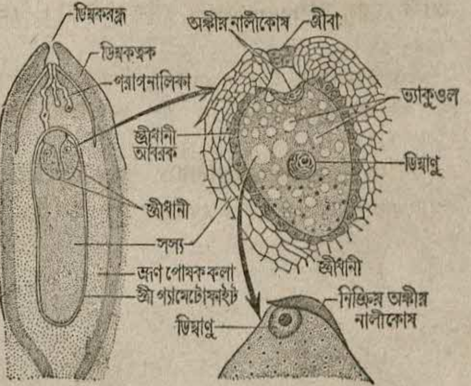
পরাগ দূরদূরান্তে উড়ে যায়। একসাথে এত বেশী পরিমাণে পরাগ মাইক্রোস্পোরানজিয়ম থেকে বেড়িয়ে আসে যে সেখানকার বায়ুমণ্ডল হলুদবর্ণ হয়ে যায়। এই অবস্থাকে **'গন্ধকপুষ্প'** (Flower of sulphur) বলে। পরাগযোগের সময় স্ত্রীকোণ খাড়া হয়ে দাঁড়িয়ে যায় এবং শল্কপত্রগুলি ফাঁক হয়ে গিয়ে পরাগকে ডিম্বকে পৌঁছোবার পথ করে দেয়। ডিম্বকরন্ধ্রের তরল পদার্থে পরাগ আটকা পড়ে। তরল পদার্থটি ক্রমশঃ শুকিয়ে যেতে থাকে এবং ডিম্বকের উপরে বাটির মতো অবতল অংশে পরাগ নেমে আসে। এরপর ডিম্বকরন্ধ্র ও ডিম্বকধরশল্ক বন্ধ হয়ে যায়। স্ত্রীকোণসহ শাখাটি পরবর্তীকালে ঝুলে পড়ে এবং যতক্ষণ পর্যন্ত না খসে পড়ে ততক্ষণ ঐ অবস্থায় গাছে লেগে থাকে।



চিত্র : 6.7 পুং গ্যামেটোফাইট গঠনের ক্রমপর্যায়

পুং গ্যামেটোফাইটে পরাগযোগোত্তর পরিবর্তন (Post fertilization changes of male gametophyte) : আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে চার কোষীয় দশায় (2 ক্ষয়িষ্ণু জনন কোষ 1 নালী কোষ ও 1 জনন কোষ) পরাগযোগ ঘটে। পরাগযোগের পর পুং গ্যামেটোফাইটের বৃদ্ধি পুনরায় শুরু হয়। ফলে, পরাগের বহিস্ত্বক ফেটে যায় এবং অন্তস্ত্বক নালিকাকারে বৃদ্ধি পেয়ে গঠন করে **রেণুনালিকা** (Pollen tube)। রেণুনালিকা যতই বাড়তে থাকে নালিকা নিউক্লিয়সও ততই সমান তালে এগিয়ে যেতে থাকে; পিছিয়ে পড়ে জনন কোষ থেকে উদ্ভূত একটি নিষ্ক্রিয় **বৃন্তকোষ** (Stalk cell) ও একটি সক্রিয় **দেহকোষ** (Body cell)। ক্রমশঃ বৃন্তকোষ নষ্ট হয়ে যায় কিন্তু দেহকোষ বিভক্ত হয়ে সমান দুটি চলচ্ছক্তিহীন **শুক্রাণু** (sperm) বা **পুং গ্যামেট** (male gamete) গঠন করে।

স্ত্রী গ্যামেটোফাইট (Female gametophyte) : সক্রিয় মেগাস্পোরটি স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের প্রথম কোষ। এটি ডিম্বকের মধ্যেই অঙ্কুরিত হয়—কখনই বাইরে বেরিয়ে আসে না। মাইটোসিস পদ্ধতিতে এর নিউক্লিয়সটির ক্রমাগত বিভাজনের ফলে অসংখ্য (প্রায় 2000) মুক্ত নিউক্লিয়সের উদ্ভব হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে মেগাস্পোরের আয়তন অস্বাভাবিকভাবে বৃদ্ধি পায়। এরপর কেন্দ্রের দিক থেকে নিউক্লিয়সগুলি প্রাকারাবদ্ধ হতে থাকে এবং এইভাবে বহুকোষী **সস্য** (Endosperm) বা স্ত্রী গ্যামেটোফাইট তৈরী হয়। পরাগযোগের 2—5 (সাধারণত 2) বৎসর পর ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে একাধিক স্ত্রীধানী বা **আর্কিগোনিয়া** (Archegonia) উৎপন্ন হয়। সরল স্ত্রীধানীর স্ফীত নিম্নাংশ **অঙ্ক** বা **ভেনটার** (venter) এবং এর উপরের সংক্ষিপ্ত অংশ **গ্রীবা** বা **নেক** (Neck)। অঙ্কের মধ্যে একটি অঙ্কীয় নালীকোষ ও তার নীচে একটি সুবৃহৎ **ডিম্বাণু** (egg or ovum) বর্তমান। গ্রীবায় মোটেই নালীকোষ থাকে না (চিত্র : 6.8)।



চিত্র : 6.8 ডিম্বকের দীর্ঘচ্ছেদে নিষেক পদ্ধতি ও স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের গঠন দেখান হয়েছে

পাইনাসের স্ত্রী গ্যামেটোফাইটকে কাজের দিক থেকে অ্যানজিওস্পার্ম বা গুপ্তবীজী উদ্ভিদের সস্যের সঙ্গে তুলনা করা চলে। কেননা সস্যের মতো এখানেও বর্ধনশীল ভ্রূণের খাদ্য সঞ্চিত থাকে। নীচে এদের পার্থক্য দেখান হল :

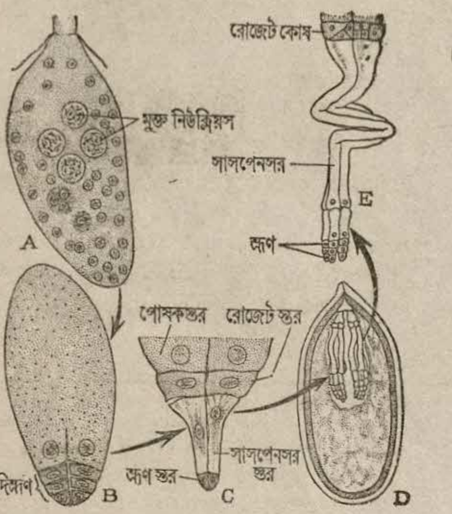
পাইনাসের স্ত্রী গ্যামেটোফাইট	গুপ্তবীজীর সস্য
1. নিষেকের পূর্বেই তৈরী হয়।	1. নিষেকের পরে তৈরী হয়।
2. স্বভাবতই নিউক্লিয়সে 'n' (হ্যাপলয়েড) সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকে।	2. স্বভাবতই নিউক্লিয়সে '3n' ট্রিপলয়েড) সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকে।
3. 2-6টি স্ত্রীধানী গঠন করে।	3. স্ত্রীধানী মোটেই গঠিত হয় না।

নিষেক [Fertilization] : পরাগযোগের প্রায় একবছর পর নিষেক ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। পরাগনালিকার বৃদ্ধির হার কম। সেটি স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের নিকটে পৌঁছোতে প্রায় একবছর সময় নেয় বলে এমনটি ঘটে। স্ত্রীধানীর গ্রীবার সংস্পর্শে এসে পরাগনালিকার অগ্রভাগ ফেটে যায় এবং শুক্রাণু ডিম্বাণুর সান্নিধ্যে আসে। দুটি শুক্রাণুর মধ্যে একটি ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে অপরটি বিনষ্ট হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণু আবরণীবদ্ধ হয়ে ডিপলয়েড (2n) **জাইগোট** (zygote) বা **উস্পোর** (oospore) গঠন করে। উস্পোর স্পোরোফাইটিক জেনারেশনের প্রথম কোষ। সুতরাং উস্পোর সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গেই **স্পোরোফাইটিক** বা **ডিপলয়েড** (2n) জেনারেশান ফিরে আসে।

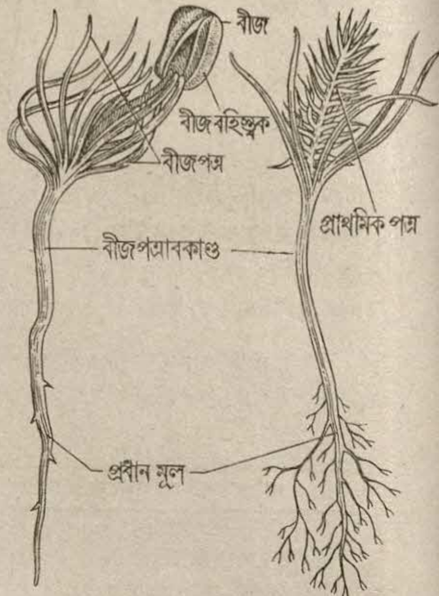
নতুন স্পোরোফাইট (New Sporophyte) : উস্পোর বা জাইগোট নিউক্লিয়স দ্রুত বিভাজিত হয়ে প্রথমে 4টি মুক্ত নিউক্লিয়স ও পরে তা থেকে **8টি এবং** আরো **পরে** 16টি নিউক্লিয়স গঠিত হয়। সঙ্গে সঙ্গে সেগুলি প্রাকারাবদ্ধ হয়ে সৃষ্টি করে 16 কোষযুক্ত **আদি ভ্রূণ** (Proembryo) (চিত্র : 6.9)। কোষগুলি 4টি করে একত্রে 4 স্তরে বিন্যস্ত হয়।

নীচেরটি ভ্রূণস্তর (Embryo tier), দ্বিতীয়টি **সাসপেনসর স্তর** (Suspensor tier), তৃতীয়টি রোজেট স্তর (Rosette tier) এবং চতুর্থটিকে **উপরের স্তর** (Upper tier) বলা হয়। (চিত্র : 6.9 c)।

নীচের স্তরে বিন্যস্ত কোষগুলি থেকে ভ্রূণ গঠিত হয়। কোষগুলি পৃথক পৃথকভাবে সমসংখ্যক ভ্রূণ অথবা একত্রে একটিমাত্র ভ্রূণ গঠন করে। অপরিণত ভ্রূণে ভ্রূণমূল, বীজপত্রাব-



চিত্র : 6.9 উস্পোর থেকে আদিভ্রূণ ও পরে ভ্রূণ উৎপাদনের ক্রমপর্যায় (A—E)



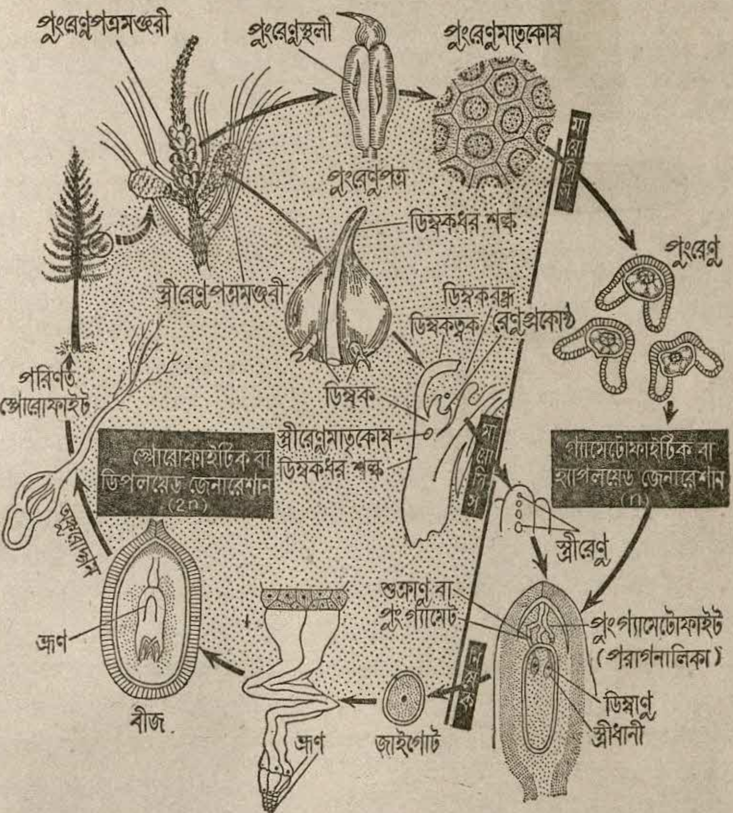
চিত্র : 6.10 অঙ্কুরিত বীজ থেকে নতুন স্পোরোফাইটের জন্ম

কাণ্ড, ক্ষুদ্রাকার ভ্রূণমুকুল ও 8 থেকে 10টি বীজপত্র থাকে। বীজে বহুসংখ্যক বীজপত্র থাকার জন্য পাইনাসকে **বহু বীজপত্রী উদ্ভিদ** (Polycotyledonous plant) বলে।

বহুভ্রূণবীজতা বা **পলিএম্ব্রাওনি** (Polyembryony) : আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে পাইনাসের বীজে 2—6টি স্ত্রীধানী থাকে। প্রতিটি স্ত্রীধানীর ডিম্বাণুই যদি নিষিক্ত হয় তবে একটি বীজে (নিষিক্ত ডিম্বাণু) বহুসংখ্যক ভ্রূণের উদ্ভব হয়। একটিমাত্র বীজে বহুসংখ্যক ভ্রূণ উৎপন্ন হওয়াকে **বহুভ্রূণবীজতা** বা **পলিএম্ব্রাওনি** বলে।

পরিণত বীজে শল্কবৎ ডানা থাকে। এই ডানার সাহায্যেই বীজ বহুদূরে উড়ে যায়। উপযুক্ত পরিবেশে যথারীতি অঙ্কুরিত হয়ে বীজ থেকে নতুন পাইনাস গাছ জন্মায়।

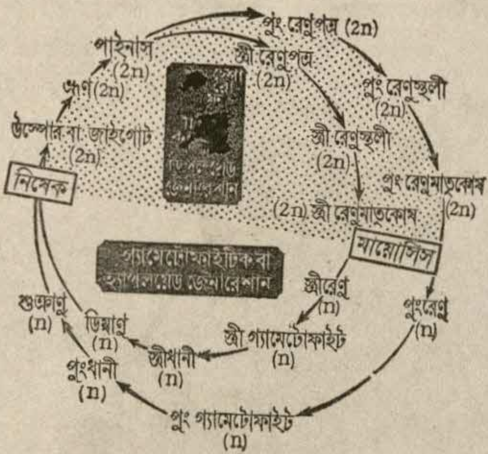
(vi) **জনুক্রম** (Alternation of generation) ঃ পাইনাসের স্বাবলম্বী উদ্ভিদটি ডিপলয়েড (2n) অর্থাৎ স্পোরোফাইটিক জেনারেশানের অন্তর্গত। স্পোরোফাইটের



চিত্র ঃ 6.11 পাইনাসের সচিত্র জীবন-চক্র

স্পোরানজিয়মে মায়োসিস প্রক্রিয়া ঘটলে হ্যাপলয়েড (n) পুংরেণু ও স্ত্রীরেণু গঠিত হয়। পুংরেণু ও স্ত্রীরেণুই হ্যাপলয়েড বা গ্যামেটোফাইটিক জেনারেশানের প্রথম কোষ। হ্রাসপ্রাপ্ত গ্যামেটোফাইট দশা হল পাইনাসের চমকপ্রদ বৈশিষ্ট্য। খাদ্যের যোগানের দিক থেকে গ্যামেটোফাইট দশাটি সম্পূর্ণভাবে স্পোরোফাইট দশার উপর নির্ভরশীল। বস্তুতঃ পাইনাসের গ্যামেটোফাইট দশাটি জননকোষ থেকে সামান্য উন্নত দশা ছাড়া কিছুই নয়। গ্যামেটোফাইট যথারীতি হ্যাপলয়েড (n) শুক্রাণু ও হ্যাপলয়েড (n) ডিম্বাণু গঠন করে। শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করার পর ভ্রূণাণু বা জাইগোট (zygote) সৃষ্টি হয়। জাইগোট সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে ডিপলয়েড (2n) বা স্পোরোফাইটিক জেনারেশান ফিরে আসে। অর্থাৎ জাইগোটই স্পোরোফাইটিক জেনারেশানের প্রথম কোষ। জাইগোট বিভাজিত হয়ে ভ্রূণ এবং তা

থেকে ক্রমশঃ পাইনাসের স্বাবলম্বী ডিপলয়েড বা স্পোরোফাইট উদ্ভিদটির জন্ম হয়।



চিত্র : 6.12 পাইনাসের জীবন-চক্রে জনুক্রম

ব্রায়োফাইট ও টেরিডোফাইটের মতো পাইনাসের জীবনচক্রে স্বাবলম্বী গ্যামেটোফাইট দশার অস্তিত্ব না থাকলেও স্পষ্টতঃ সেখানে ডিপলয়েড থেকে হ্যাপলয়েড এবং হ্যাপলয়েড থেকে ডিপলয়েড জনুর চক্রাকার আবর্তন ঘটে।

(vi) **পাইনাসের অর্থ-নৈতিক গুরুত্ব** (Economic importance of Pinus) : পাইনাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব উল্লেখ করার মতো। নীচে এ সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আভাস দেওয়া হল।

1. **রজন** (Resin) : পাইনাসের কাণ্ড ও শাখাপ্রশাখা তার্পিন শিল্পে ব্যবহৃত মূল্যবান রজন নিঃস্বরণ করে।

2. **কাঠ** (Timber) : পাইনাসের লম্বা গুঁড়ি থেকে রেলের স্লিপার, কাঠের বাড়ী ও ফার্নিচার তৈরী হয়।

3. **জ্বালানী** (Fuel) : রজন থাকার জন্যে ভাল জ্বালানী হিসাবে পাইনাসের কাঠ ও শুকনো ছালের চাহিদা আছে।

4. **ভূমিক্ষয় রোধ** (Check soil erosion) : বিস্তৃত পাইনের বণ ভূমিক্ষয় রোধ করে।

5. **খাদ্যোপকরণ** (Edible food) : পাইনাসের বীজ অনেকসময় খাদ্য হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(vii) পাইনাসের জীবনে সময়বিরতির তালিকা

[Table of time interval in Pinus]

প্রথম বৎসর

	পুংকোণ	স্ত্রীকোণ
বসন্তে :	উৎপত্তি ও তা থেকে পরাগ সৃষ্টি।	উৎপত্তি ও তা থেকে ডিম্বক সৃষ্টি—পরে শল্কপত্র উন্মুক্ত হয়।
মে-জুন মাসে :		**পরাগযোগ ঘটে এবং স্ত্রীকোণের শল্কপত্র বন্ধ হয়।**

গ্রীষ্মে ঃ	পরাগনালিকা বৃদ্ধি পেয়ে বৃন্তকোষ ও দেহকোষকে বয়ে নিয়ে যেতে থাকে।	মেগাস্পোর থেকে স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের সৃষ্টি হয়।
শীতে ঃ	লক্ষ্যণীয় কোন পরিবর্তন নেই।	লক্ষ্যণীয় কোন পরিবর্তন নেই।

দ্বিতীয় বৎসর

বসন্তে ঃ	দেহকোষ থেকে পুং গ্যামেট তৈরী হয় এবং পরাগনালিকা স্ত্রীধানীতে পৌঁছায়।	স্ত্রী গ্যামেটোফাইট পরিণত হয় এবং তাতে পরিণত স্ত্রীধানী অবস্থান করে।

জুন জুলাই মাসে ঃ নিষেক ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

গ্রীষ্মে ঃ জাইগোট ভ্রূণ গঠন করে এবং ডিম্বক বীজে রূপান্তরিত হয়।

তৃতীয় বৎসর

গ্রীষ্মে ঃ বীজ পরিণত হয় এবং বীজের ব্যাপ্তির জন্যে স্ত্রীকোণ খুলে যায়।

বসন্তে ঃ বীজ অঙ্কুরিত হয়ে পাইনাসের নতুন স্পোরোফাইট সৃষ্টি করে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type Questions]

1. জীমনোস্পার্ম কথাটির অর্থ কি ? অ্যানজিওস্পার্ম ও জীমনোস্পার্মের প্রধান পার্থক্য কি ? জীমনোস্পার্মের অঙ্গসংস্থানগত কয়েকটি বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। [What is meant by the term gymnosperm ? What is the main difference between angiosperm and gymnosperm ? Mention a few morphological features of gymnosperms.] [উঃ। 6.1 ও 6.2 দেখ।]

2. পাইনাসের যে কোন একটি ভারতীয় প্রজাতির নাম কর। এর ভৌগোলিক বিস্তার ও সাধারণ চরিত্রগত লক্ষণ সম্বন্ধে আলোচনা কর। [Name any species of *pinus* found in India. Discuss about its geographical distribution and general characters.] [উঃ। 6.5 (ii), (iii) ও (iv) দেখ।]

3. পাইনাসের পরিণত স্পোরোফাইটের বহির্গঠন বর্ণনা কর। [Describe the external morphology of a mature *pinus* sporophyte.] [উঃ। 6.5 (iv) দেখ]

4. পাইনাসের পুং ও স্ত্রী কোষের বর্ণনা প্রসঙ্গে স্পোর‍্যানজিয়া ও স্পোরের গঠন ও পরিণতি বর্ণনা কর। [Describe the structure and development of sporangia and spores with reference to the male and female cones of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 (v) দেখ]

5. পাইনাসের পরাগ ও ডিম্বক বহনকারী অঙ্গের গঠন বর্ণনা কর। পাইনাসের নিষেক কিভাবে ঘটে ? [Describe the organs which bear the pollen grains and ovules. How does fertilization occur in *Pinus* ?] [উঃ। 6.5 (v) ও পৃঃ 77 দেখ]

6. পাইনাসের পুং গ্যামেটোফাইটের বৃদ্ধির বিস্তারিত বর্ণনা দাও। [Describe in detail the development of the male gametophyte of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 পৃঃ 75 দেখ]

7. পাইনাসের পরাগের গঠন ও তার শেষ পরিণতি বর্ণনা কর। [Describe the structure and ultimate fate of microspore of *Pinus*.] [উঃ। পৃঃ 74 ও পৃঃ 76 দেখ]

8. পাইনাসের পরাগযোগ পদ্ধতি বর্ণনা কর। পুং গ্যামেটোফাইটের পরাগযোগোত্তর পরিবর্তন বর্ণনা কর। [Describe the process of pollination in *Pinus* and the post fertilization changes of male gametophyte.] [উঃ। পৃঃ 75 ও পৃঃ 76 দেখ]

9. পাইনাসের ডিম্বকের গঠন ও তাতে নিষেক পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [Describe the structure of the ovule of *Pinus* and the process of fertilization.]

[উঃ। পৃঃ 75 ও পৃ. 77 এবং চিত্র 6.8 দেখ]

10. পাইনাসের পরাগযোগ, নিষেক ও ভ্রূণ গঠনের বিবরণ দাও। [Describe the process of pollination, fertilization and embryo development in *Pinus*.]

[উঃ। পৃঃ 75, পৃঃ 77 এবং পৃঃ 78 দেখ]

11. পাইনাসের জনন ও জীবনচক্র সম্বন্ধে যাহা জান লেখ। [Describe the reproduction and life-cycle of a *Pinus* plant.] [উঃ। 6.5 (v) দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

12. টেরিডোফাইটের সঙ্গে জীমনোস্পার্মের সাদৃশ্য উল্লেখ কর। [Mention the resemblances of gymnosperms with pteridophytes] [উঃ। 6.3 দেখ]

13. অ্যানজিওস্পার্মের সঙ্গে জীমনোস্পার্মের সাদৃশ্য বর্ণনা কর। [Describe the resemblances of gymnosperms with angiosperms.] [উঃ। 6.4 দেখ]

14. পাইনাসের পাতা কি প্রকৃতির ? পাইনাসের পাতা ও মূল সম্বন্ধে যাহা জান লেখ। [What is the nature of *Pinus* leaf ? Write what you know about the leaf and root of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 (iv) পৃ: 72 ও পৃঃ 73 দেখ]

15. পুংকোণ বা স্টামিনেট স্ট্রবিলাসের ছবি আঁকিয়া বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Draw and label the parts of a male cone or strobilus of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 (v) পৃঃ 73 দেখ]

16. ডিম্বকধর শল্ক কাকে বলে ? ডিম্বকধর শল্ক সহ ডিম্বকের দীর্ঘচ্ছেদের ছবি এঁকে তার বর্ণনা দাও। [What is an ovuliferous scale ? Draw the L.S. of an ovuliferous scale and ovule and describe its parts.] [উঃ। পৃ: 75 দেখ]

17. জনুক্রম কাকে বলে ? পাইনাসের জনুক্রম পদ্ধতি বর্ণনা কর। [What is an alternation of generation ? Describe the alternation of generation in relation to *Pinus*.]

[উঃ। 6.5 (vi) দেখ]

18. পাইনাসের জীবনচক্রের ছবি এঁকে লেবেল কর। [Draw and label the life-cycle of *Pinus*.] [উঃ। চিত্র :6.11 দেখ]

19. পাইনাসের অর্থনৈতিক গুরুত্বের উল্লেখ কর। [Mention the economic importance of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 (vi) দেখ]

20. পাইনাসের জীবনে সময় বিরতির একটি তালিকা প্রস্তুত কর। [Prepare a table of time interval in the life of *Pinus*.] [উঃ। 6.5 (vii) দেখ]

21. পাইনাসের পুংকোণের দীর্ঘচ্ছেদের ছবি আঁক ও লেবেল কর। [Draw a labelled diagram of the L.S of male cone of *Pinus*.] [উঃ। পৃঃ 74 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type question]

22. উদ্ভিদ জগতে পাইনাসের স্থান নির্দেশ কর। [Give the systematic position of *Pinus*] [উঃ। 6.5 (i) দেখ]

23. পাইনাসে কত রকমের পাতা দেখা যায় এবং কি কি ? [What are the types of leaves found in *Pinus* ? Name them.] [উঃ। পৃঃ 72 দেখ]

24. এক্টোট্রফিক মাইকোরাইজা কাকে বলে ? [What is the ectotrophic mycorrhiza ?]

[উঃ। পৃঃ 73 দেখ]

25. পাইনাসের 'গন্ধকপুষ্প' বলতে কি বোঝায় ? [What is meant by 'flower of sulphur' in *Pinus* ? [উঃ। পৃঃ 76 দেখ]

26. পাইনাসের স্ত্রী গ্যামেটোফাইট ও গুপ্তবীজীর সস্যের প্রভেদ কি? [What are the distinguishing features of female gametophyte of *Pinus* and endosperm of angiosperms ?] [উ: । পৃঃ 77 দেখ]

27. বহু ভ্রূণবীজতা কাকে বলে? আদি ভ্রূণ কিভাবে সৃষ্টি হয়? [What is polyembryony? How is a proembryo formed ?] [উঃ । পৃ: 78 এবং চিত্র 6.9 দেখ]

28. বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ/শব্দ সমষ্টি নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

(1) পাইনাসে 2—6টি ভ্রূণ গঠিত হয়, একে (বহুভ্রূণবীজতা/পলিস্পার্মি) বলে।

(2) বহুবীজপত্রী অবস্থা (ফার্নে/মসে/পাইনাসে) দেখা যায়।

(3) পাইনাসের মূলে (শেওলার/ছত্রাকের/ব্যাকটিরিয়ার) আবরণ থাকে।

(4) ডানাযুক্ত পরাগ পাওয়া যায় (মসে/ফার্নে/পাইনাসে)।

(5) পাইনাসের সস্য (ডিপলয়েড/হ্যাপলয়েড/ট্রিপলয়েড)।

(6) পাইনাসের পরাগযোগে ঘটে (মে-জুন মাসে/জুলাই-আগষ্ট মাসে)।

(7) পাইনাসের পাতা (সূচ্যাকার/ভল্লাকার/কলম্বপত্রাকার)।

29. শূন্যস্থান পূর্ণ কর : [Fill in the blanks.]

(1) জীমনোস্পার্মের বীজ — থাকে। (2) পাইনাসের দেহ—এর বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। (3) নিষেকের পূর্বেই পাইনাসের — গঠিত হয়। (4) পাইনাসের পরাগযোগে —। (5) পাইনাসের পাতা দু'রকম — ও —। (6) পাইনাসের মূলের উপরে মিথোজীবীয় ছত্রাকের আবরণকে — বলে। (7) ডিম্বকধর শল্কের সহিত সংশ্লিষ্ট থাকে —। পরাগযোগের — বৎসর পর পাইনাসে আর্কিগোনিয়া উৎপন্ন হয়। (8) একটি বীজে বহুসংখ্যক ভ্রূণ উৎপন্ন হওয়াকে — বলে।

30. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ। [Write short notes on] :

(1) বহুভ্রূণবীজতা (Polyembryony); (2) গন্ধক পুষ্প (Flower of sulphur); (3) প্রোথ্যালীয় কোষ (Prothallial cell); (4) ডিম্বকধর শল্ক (Ovuliferous scale); (5) এক্টোট্রফিক মাইকোরাইজা (Ectotrophic mycorrhiza); (6) খর্ব বিটপ (Dwarf shoot); (7) ভ্রূণস্তর (Embryo tier)। [উঃ । অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

7 ॥ অ্যানজিওস্পার্ম ॥

Syllabus : Distinctive features of monocotyledonous and dicotyledonous plants, morphology of root and its modifications, stem with underground and aerial modifications, leaf with modifications (excluding shape, apex, margin and leaf base and their modifications), Typical flowers with important variations (excluding inflorescence and form of corolla) and fruits ; reproductive process and description of rice plant.

7.1. সূচনা [Introduction]

গুপ্তবীজী উদ্ভিদ বা **অ্যানজিওস্পার্ম** (Angiosperm : গ্রীক *Angios* = case, আধার—*Sperma* = Speed, বীজ) সর্বোন্নত সপুষ্পক উদ্ভিদগোষ্ঠী। এদের বীজ ফলের আধারে লুকোনো (গুপ্ত) থাকে। তাই সপুষ্পক এই উদ্ভিদগোষ্ঠীকে গুপ্তবীজী উদ্ভিদ বলা হয়। ব্যক্তবীজী বা জীমনোস্পার্মের মতো এরাও বীজ উৎপন্ন করে, তাই উভয়কেই **স্পারমাটোফাইট** (Spermatophyte) গোষ্ঠীভুক্ত করা হয়।

স্পারমাটোফাইট উদ্ভিদজগতের সর্বোচ্চ ও সর্ববৃহৎ গোষ্ঠী—গোত্রের সংখ্যা প্রায় 300*, গণের সংখ্যা 8000 হাজার এবং প্রজাতির সংখ্যা প্রায় দু' লক্ষ। বাকি সমস্ত উদ্ভিদগোষ্ঠী একত্র করলেও এই সংখ্যায় পৌঁছোয় না। পৃথিবীর সর্বত্র—জলে, স্থলে এরা বিরাজমান। এদের বাসস্থানের বৈচিত্র্যও উল্লেখযোগ্য। বৈচিত্র্যময় বাসস্থানে বাস করার যোগ্যতা অর্জনের প্রয়াসে এরা যথোপযুক্তভাবে অভিযোজিত হয়। সেই কারণে নিজ পরিবেশে এরা প্রভাবশালী উদ্ভিদগোষ্ঠীর মর্যাদা পায়। এই সাফল্যের মূলে রয়েছে তাদের উন্নত ধরনের স্পোরোফাইট —তদুপরি স্ত্রী গ্যামেটোফাইট ও ভ্রূণের স্থায়ীভাবে রক্ষার সুবন্দোবস্ত।

7.2. গুপ্তবীজী উদ্ভিদ বা অ্যানজিওস্পার্মের কয়েকটি প্রধান বৈশিষ্ট্য [A few major diagnostic features of Angiosperms]

1. বদ্ধ গর্ভপত্রের (Carpel) মধ্যে ডিম্বক সর্বদা আবদ্ধ থাকে।

2. ফুলের মধ্যে পুং ও স্ত্রী জনন অঙ্গ সজ্জিত থাকে—ফুল উভলিঙ্গ বা একলিঙ্গ হতে পারে।

3. গর্ভপত্রের বিস্তৃত উর্ধ্বাংশ অর্থাৎ গর্ভমুণ্ড পরাগ গ্রহণ করে এবং পরাগনালিকা গর্ভদণ্ড ভেদ করে গর্ভযন্ত্রে (Embryo sac) পৌঁছায়।

4. পুং গ্যামেট বা শুক্রাণুর দেহে ফ্ল্যাজেলা থাকে না। দুটি শুক্রাণুর মধ্যে একটি ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে, অপরটি সেকেণ্ডারী নিউক্লিয়সের (দুটি পোলার নিউক্লিয়সের মিলনে সৃষ্ট) সঙ্গে মিলে সস্য নিউক্লিয়স (Endosperm nucleus) গঠন করে।

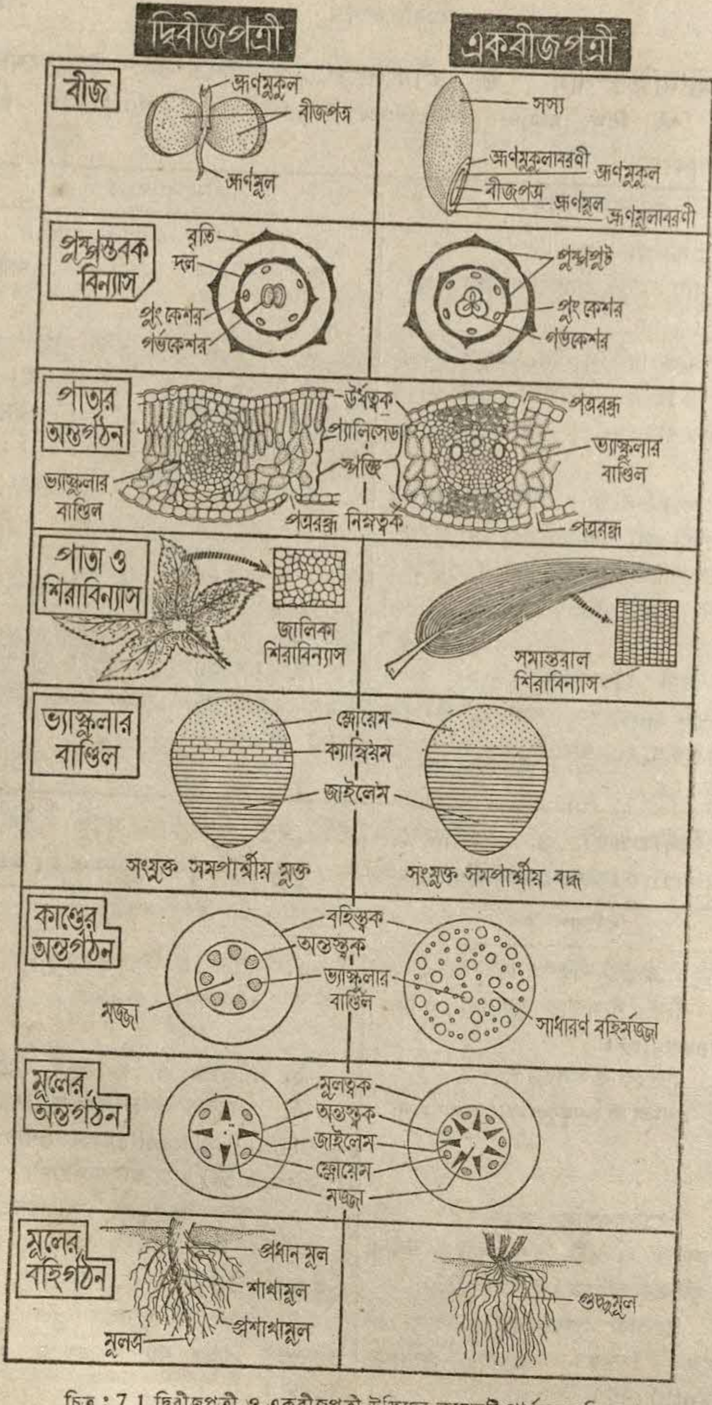
* হাচিনসনের (Hutchinson) মতে 411টি গোত্র।

7.3. অ্যানজিওস্পার্ম ও জীমনোস্পার্মের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য পার্থক্য [A few major differences between Angiosperms and Gymnosperms]

অ্যানজিওস্পার্ম	জীমনোস্পার্ম
1. জনন-অঙ্গ—ফুল।	1. জনন-অঙ্গ—কোণ (cone)।
2. বায়ু ছাড়াও অন্যান্য মাধ্যমে পরাগযোগ ঘটে।	2. বায়ুই পরাগযোগের একমাত্র মাধ্যম।
3. গর্ভকেশরটি গর্ভপত্র, গর্ভমুণ্ড, গর্ভদণ্ড ও ডিম্বাশয়ে বিভক্ত। ডিম্বাশয়ে বীজ আবদ্ধ থাকে—এক বা একাধিক গর্ভপত্র ফল গঠন করে।	3. গর্ভপত্রের গঠন অত্যন্ত সরল—এটি গর্ভমুণ্ড, গর্ভদণ্ড ও ডিম্বাশয়ে বিভক্ত নয়। তাই বীজ ডিম্বাশয়ে আবদ্ধ থাকে না—কোণের শল্কপত্র বীজ ধারণ করে।
4. পরাগ সরাসরি ডিম্বকে পড়ে না, গর্ভমুণ্ডে পড়ে এবং পরাগনালিকা ক্রমশঃ গর্ভদণ্ড ও ডিম্বাশয়কে ভেদ করে ডিম্বকে পৌঁছায়।	4. পরাগ সরাসরি ডিম্বকে পড়ে।
5. দ্বিগর্ভাধান (double fertilization) ঘটে।	5. গর্ভাধান একবারই ঘটে, দ্বিগর্ভাধান ঘটে না।
6. সস্য ট্রিপলয়েড (3n)। কারণ মিলিত 2টি হ্যাপলয়েড পোলার নিউক্লিয়স (n + n) শুক্রাণু (n) দ্বারা নিষিক্ত হবার পর সস্য গঠিত হয়।	6. সস্য হ্যাপলয়েড (n)। কারণ সেটি স্ত্রী গ্যামেটোফাইটেরই অংশ এবং নিষেকের পূর্বেই গঠিত হয়।

7.4. দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী উদ্ভিদের পার্থক্য সূচক বৈশিষ্ট্য [Distinctive features of dicotyledonous and monocotyledonous plants]

দ্বিবীজপত্রী	একবীজপত্রী
1. বীজে 2টি বীজপত্র থাকে।	1. বীজে 1টি বীজপত্র থাকে।
2. বীজ সাধারণত অসস্যল (non-endospermic)।	2. বীজ সাধারণত সস্যল।
3. বীজত্বক ও ফলত্বক পৃথক।	3. বীজত্বক ও ফলত্বক অবিচ্ছেদ্য।
4. ভ্রূণমূল ও ভ্রূণমুকুল আবৃত থাকে না।	4. ভ্রূণমুকুল ও ভ্রূণমূল যথাক্রমে ভ্রূণমুকুলাবরণী (Coleoptile) এবং ভ্রূণমূলাবরণী (Coleorhiza) দ্বারা আবৃত থাকে।
5. পুষ্পস্তবকগুলি সাধারণত 5টি (পঞ্চাংশক) বা 4টি (চতুর্থাংশক) অথবা তাদের গুণিতক সংখ্যক খণ্ড দ্বারা গঠিত।	5. পুষ্প স্তবকগুলি সাধারণত 3টি (ত্র্যংশক) অথবা তাদের গুণিতক সংখ্যক খণ্ড দ্বারা গঠিত।
6. সহকারী পুষ্পস্তবকগুলি বৃতি ও দলমণ্ডলে বিভক্ত। এখানে পুষ্পপুট (Perianth) নেই।	6. সহকারী পুষ্পস্তবকগুলি বৃতি ও দলমণ্ডলে বিভক্ত নয়। এখানে পুষ্পপুট বর্তমান।



চিত্র : 7.1 দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী উদ্ভিদের কয়েকটি পার্থক্যের চিত্ররূপ

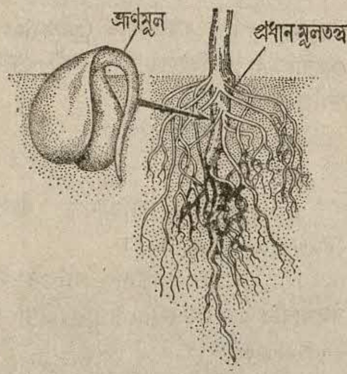
দ্বিবীজপত্রী	একবীজপত্রী
7. পাতা বিষমপৃষ্ঠ (dorsiventral)। মেসোফিল—প্যালিসেড ও স্পাঞ্জ কলায় বিভক্ত।	7. পাতা সমাঙ্কপৃষ্ঠ (isobilateral) মেসোফিলে প্যালিসেড কলা নেই—কেবলমাত্র স্পাঞ্জ কলা থাকে।
8. পত্রমূল কাণ্ডবেষ্টক (Sheathing) নয়।	8. পত্রমূল কাণ্ডবেষ্টক।
9. পাতার শিরাবিন্যাস জালিকাকার (Reticulate venation)।	9. পাতার শিরাবিন্যাস সমান্তরাল (Parallel venation)।
10. কাণ্ডের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং মুক্ত (Conjoint, collateral and open)	10. কাণ্ডের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং বদ্ধ (Conjoint, collateral and closed)
11. ক্যাম্বিয়ম থাকায় স্বাভাবিকভাবে গৌণবৃদ্ধি ঘটে।	11. ক্যাম্বিয়ম না থাকায় স্বাভাবিক-ভাবে গৌণবৃদ্ধি ঘটে না।
12. কাণ্ডের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের সংখ্যা কম এবং সেগুলি এক বা একাধিক বৃত্তে সজ্জিত থাকে।	12. কাণ্ডের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল অসংখ্য এবং সেগুলি সাধারণ মজ্জায় এলোমেলো ভাবে ছড়ানো থাকে।
13. মূলের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল অরীয় (radial)—এদের সংখ্যা 2—6।	13. এক্ষেত্রেও মূলের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল অরীয়—তবে তাদের সংখ্যা সর্বদা 6-এর বেশী।
14. মূলের মজ্জা ছোট।	14. মূলের মজ্জা বড়।
15. প্রধান মূলতন্ত্র স্থূল ও সুগঠিত।	15. অধিকাংশ ক্ষেত্রেই প্রধানমূল শীঘ্রই শুকিয়ে যায় এবং কাণ্ডের গোড়া থেকে অস্থানিক মূল জন্মায়।

মূল
[Root]

7.5 মূলের অঙ্গসংস্থান ও তার পরিবর্তন [Morphology of root and its modifications]

ভ্রূণ (Embryo) উদ্ভিদের আদি দশা। বীজপত্র ও ভ্রূণাক্ষ (Axis) একত্রে ভ্রূণ গঠন করে। **ভ্রূণাক্ষের নিম্নগামী অংশ ভ্রূণমূল** (Radicle)। **ভ্রূণমূল পরিণত হয়ে প্রধান মূলতন্ত্র গঠন করে**। মূল মাটিতে প্রবেশ করে উদ্ভিদকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন রাখে এবং মাটির রস শোষণ করে। কখনও কখনও মূলকে অন্যান্য কাজও করতে হয়। **খাদ্য সঞ্চয়, অঙ্গজ জনন, খাদ্য সংশ্লেষ** (যখন রং সবুজ) সর্বাধিক উল্লেখযোগ্য। কোন কোন ক্ষেত্রে (যেমন, পরাশ্রয়ী) মূলের বিশেষ একপ্রকার শোষক কলা (**ভেলামেন**—velamen) বায়ুমণ্ডল থেকে জলশোষণ করে। তাছাড়া সমুদ্রোপকুলোবর্তী লবণাক্ত জলাভূমিতে বর্ধিত বিশেষ এক ধরনের উদ্ভিদে (**ম্যানগ্রোভ**—mangrove) বাতাস

পরিবহণের কাজও মূলকে করতে হয়। মূল মাটির মধ্যে থাকে, কিন্তু উদ্ভিদের মৃৎগত অংশমাত্রই মূল নয়। কেননা আদা, হলুদ, ওল প্রভৃতি পরিবর্তিত কাণ্ডের অংশবিশেষ মাটির মধ্যেই বৃদ্ধি পায় এবং পুষ্ট হয়। আবার বটের ঝুরি আংশিকভাবে এবং আঁকড়ের মূল সম্পূর্ণভাবে মাটির উপরে থাকে। সুতরাং **মাটির সঙ্গে সম্বন্ধ বা অবস্থান বিচার করে মূলকে কাণ্ড থেকে আলাদা করা চলে না।** প্রধানত বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ গঠনের ভিত্তিতে মূলকে কাণ্ড থেকে পৃথক করা হয়।



চিত্র : 2.7 ভ্রূণমূল থেকে প্রধান মূলতন্ত্র গঠন

7.6. মূলের বৈশিষ্ট্য [Characteristics of root]

(1) মূল উদ্ভিদের **অধোগামী অক্ষ** (descending axis); অভিকর্ষ বলের অনুকূলে বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ সেটি **অনুকূল অভিকর্ষী** (positively geotropic) এবং আলোর বিপরীত দিকে এগিয়ে চলে অর্থাৎ **আলোক প্রতিকূলবর্তী** (negatively phototropic)।

(2) মূলের আগায় **মূলত্র** (root-cap) বা **মূলপকেট** (root-pocket) থাকে।

(3) মূল **পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত নয়।**

(4) মূলে **অগ্রমুকুল** (apical bud) **থাকে না।**

(5) মূলে **পাতা বা ফুল উৎপন্ন হয় না।**

(6) মূলের **রোম** সর্বদা **এককোষী।**

(7) মূল সাধারণত **বর্ণহীন***।

7.7. মূলের প্রকারভেদ [Types of Roots]

উদ্ভিদের ছোট-বড় মূল একত্রে মূলতন্ত্র (Root system) গঠন করে। উৎপত্তি অনুসারে মূল দু'প্রকার—**স্থানিক** (Normal or true) ও **অস্থানিক** (Adventitious)।

A. **স্থানিক মূল :** আকৃতি ও উৎপত্তির ক্রমানুসারে মূলকে **প্রাথমিক** (Primary) বা **প্রধান মূল** (Tap root), **শাখা মূল** (Secondary root) এবং **প্রশাখা মূল** (Tertiary root) বলা হয়। অঙ্কুরিত বীজের ভ্রূণমূল মাটির মধ্যে খাড়াভাবে প্রবেশ করে এবং তা থেকেই **প্রধান মূল** (**Tap root**) গঠিত হয়।

প্রধান মূল যত বাড়ে ততই মাটির গভীরে প্রবেশ করে এবং তা থেকে ক্রমশঃ শাখা-প্রশাখা উৎপন্ন হয়। প্রধান মূলের শাখাকে **শাখা মূল** এবং শাখামূলের শাখাকে **প্রশাখা মূল** বলে। শাখাপ্রশাখাসহ প্রধানমূল **প্রধান মূলতন্ত্র (Tap root system)** গঠন করে। ভ্রূণমূল থেকে

* গুলঞ্চ, পানিফল প্রভৃতির মূল সূর্যালোক পেলে সবুজ হয়।

উৎপন্ন হয় বলে এই ধরনের মূলকে **স্থানিক মূল** (*Normal root*) বলা হয়। স্থানিক-মূলের প্রধান অক্ষ স্থূল ও দৃঢ়—এর গোড়াটি মোটা, আগাটি ক্রমশঃ সরু। যেমন, **পুঁই, পালং, আম, বট, নিম** প্রভৃতি গাছের প্রধান মূল। দ্বিবীজপত্রী গাছেই প্রধানতঃ এই ধরনের মূল থাকে।

B. **অস্থানিক মূল**ঃ কোন কোন ক্ষেত্রে ভ্রূণমূল থেকে উৎপন্ন প্রধান মূলের বৃদ্ধি থেমে যায় অথবা অল্প কিছুকাল পরে সেটি শুকিয়ে যায়। এইসব ক্ষেত্রে ভ্রূণমূল ও ভ্রূণমুকুলের সংযোগস্থল থেকে নতুন কতকগুলি মূল উৎপন্ন হয় এবং সেগুলি প্রধান মূলের মতোই কাজ করে। এই মূলগুলিকে **সেমিনাল মূল** (*Seminal root*) বলে। ক্রমশঃ সেমিনাল মূলগুলিও মরে যায়। মাটির রস শোষণ বা মাটিকে আঁকড়ে ধরার জন্য সেখানে গোছা গোছা সূতোর মতো মূল জন্মায়। এই মূলগুচ্ছকে **গুচ্ছমূল** বা **শিফামূল** (*Fibrous root*) বলে। **ধান, পেঁয়াজ, ঘাস** প্রভৃতি একবীজপত্রী উদ্ভিদে গুচ্ছমূল থাকে।



চিত্র : 7.3 ধানের শিফামূল

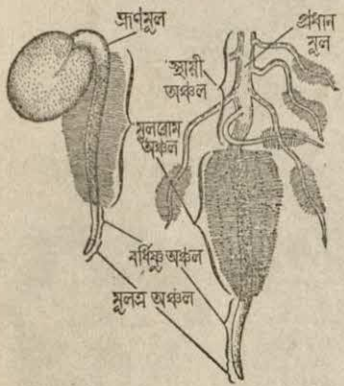
উদ্ভিদের যে কোন স্থান থেকে মূল জন্মায়। **ভ্রূণমূল ছাড়া উদ্ভিদের যে কোন স্থান থেকে উৎপন্ন মূলকে অস্থানিক মূল** বলে। **আখ** (চিত্র ঃ 7.11B), **বাঁশ, ভুট্টা** প্রভৃতি গাছের পর্ব থেকে অসংখ্য মূল উৎপন্ন হয়। এইসব মূল অস্থানিক। বটগাছের ঝুরিও অস্থানিক মূলের উদাহরণ। **পাথরকুচি** গাছের পাতার কিনারা থেকে বা **বিগোনিয়া** গাছের পাতার শিরা থেকে উৎপন্ন **পত্রাশ্রয়ী মূলও** অস্থানিক।

7.8 সাধারণ মূলের বিভিন্ন অংশ বা অঞ্চল [Regions of a normal root]

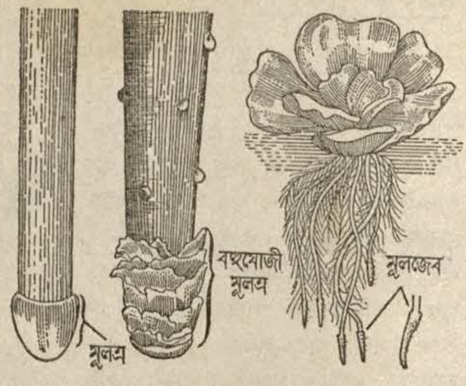
সাধারণ মূল নিম্নলিখিত চারটি সুস্পষ্ট অঞ্চলে বিভক্ত।

(1) **মূলত্র অঞ্চল** (Root-cap region) **:** মূলের অগ্রভাগে গোলাকার বা সূচালো টুপির মতো যে বিশেষ অঙ্গের আবরণ থাকে তাকে **মূলত্র** বা **মূলটুপি** (Root-cap) বলে। **মূলত্র দ্বারা অধিকৃত নির্দিষ্ট স্থানটি মূলত্র অঞ্চল** (চিত্র : 7.4)। মূলত্র মাটির মধ্যে বর্ধনশীল মূলকে ঘর্ষণ জনিত আঘাত থেকে রক্ষা করে। মূলের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে পুরাতন মূলত্র নষ্ট হয়ে যায় এবং সেখানে নতুন মূলত্র জন্মায়। মূলত্রের আবরণী কোষগুলি থেকে নির্গত পিচ্ছিল রস মাটিকে নরম করে– এতে মূল মাটির ভিতরে সহজে বাড়তে পারে। **স্থলজ উদ্ভিদের কেবল মূলত্র থাকে**। মূলত্র সাধারণতঃ এক স্তর বিশিষ্ট অর্থাৎ **সরল** (Simple)। কিন্তু **বট গাছের ঝুরিমূলে** বা **কেয়া গাছের ঠেশমূলে**

একাধিক মূলত্র ঘনসন্নিবিষ্ট থাকে। বহুস্তরবিশিষ্ট এই ধরনের মূলত্রকে **বহুযোজী মূলত্র** বা **মাল্টিপল রুট-ক্যাপ** (Multiple root-cap) বলে (চিত্র : 7.5)। **জলজ উদ্ভিদে মূলত্র থাকে না**, কারণ সেখানে মাটির অনুরূপ ঘর্ষণজনিত বাধার সৃষ্টি হয় না।



চিত্র : 7.4 মূলের বিভিন্ন অঞ্চল



চিত্র : 7.5 মূলত্র ও মূলজেব

টোপাপানা (*Pistia*) (চিত্র : 7.5), **লেমনা** (*Lemna*) প্রভৃতি জলজ উদ্ভিদ-মূলের আগায় বিশেষ ধরনের যে আলগা টুপি থাকে তাকে **মূলজেব** বা **রুট-পকেট** (Root-pocket) বলে।

মূলত্রের মতো মূলজেব মূলের আগার ত্বক থেকে উৎপন্ন হয় না। মূলজেব নষ্ট হয় না বা নতুন করে জন্মায়ও না। এটি জলের স্রোতের ধাক্কা বা ক্ষুদ্রক্ষুদ্র কীট-পতঙ্গের আক্রমণ থেকে মূলের আগাকে রক্ষা করে।

(2) **বর্ধিষ্ণু অঞ্চল** (Growing region) : মূলত্র অঞ্চলের উপরে সীমিত অংশে ক্রমাগত কোষ বিভাজন ঘটে। ফলে অন্যান্য অংশ অপেক্ষা ঐ অংশটি দ্রুত বৃদ্ধি পায়। **ক্রমাগত কোষ বিভাজনক্ষম এই অঞ্চলটিকে বর্ধিষ্ণু অঞ্চল** বলে।

(3) **মূলরোম অঞ্চল** (Root-hair region) : বর্ধিষ্ণু অঞ্চলের উপরে অনেকখানি অংশ জুড়ে মূলের বহিঃত্বকীয় কোষ থেকে অসংখ্য এককোষী মূলরোম জন্মায়। ক্ষুদ্রতম মূলরোমগুলি মূলত্রের নিকটে এবং ক্রমশঃ দীর্ঘ মূলরোমগুলি উপরের দিকে থাকে। **মূলরোম দ্বারা আবৃত অংশ মূলরোম অঞ্চল**। মূলরোম অঞ্চলের সামনে বা পিছনে অন্য কোন স্থান থেকে মূলরোম জন্মায় না। মূলের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গতি রেখে পুরাতন স্থানের মূলরোম শুকিয়ে যায়, পরিবর্তে ক্রমশঃ বর্ধিত মূলের নির্দিষ্ট মূলরোম অঞ্চলেই কেবল নতুন মূলরোম সৃষ্টি হয়। **মূলরোমের আয়ু কয়েকটি দিন বা কয়েকটি সপ্তাহ মাত্র***। মূলরোম মাটি থেকে অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় রস শোষণ করে এবং সদ্য অঙ্কুরিত বীজকে মাটিতে সংলগ্ন থাকতে সাহায্য করে।

(4) **স্থায়ী অঞ্চল** (Permanent region) : **মূলরোম অঞ্চলের পিছনে কাণ্ডের গোড়া পর্যন্ত বিস্তৃত অংশটি স্থায়ী অঞ্চল**। স্থায়ী অঞ্চলে কেবল পরিণত মূল থাকে এবং সেখান থেকে মূল অজস্র শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়ে উদ্ভিদের চারদিকে ছড়িয়ে

* সূর্যমুখী গোত্রীয় কোন কোন গাছে মূলরোম তিন বৎসর পর্যন্ত কার্যকরী থাকে।

পড়ে। শাখা-প্রশাখাগুলি উদ্ভিদকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন রাখে। শাখা-প্রশাখার অপরিণত অংশগুলিও একইভাবে উপরিউক্ত চারটি অঞ্চলে বিভেদিত।

7.9. পরিবর্তিত মূল [Modified roots]

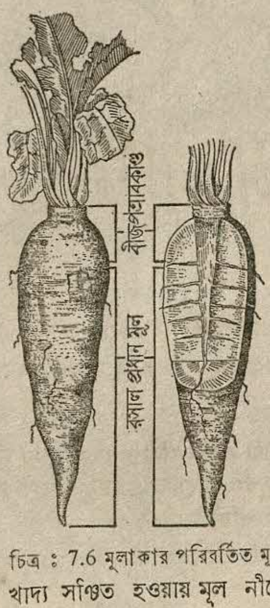
সাধারণ কাজ ছাড়াও প্রয়োজনে মূলকে বিশেষ বিশেষ কাজ করতে হয়। সেই কারণে মূলের নানারূপ আকৃতিগত পরিবর্তন ঘটে। স্থানিক (প্রধান) ও অস্থানিক—উভয় মূলই পরিবর্তিত হয়।

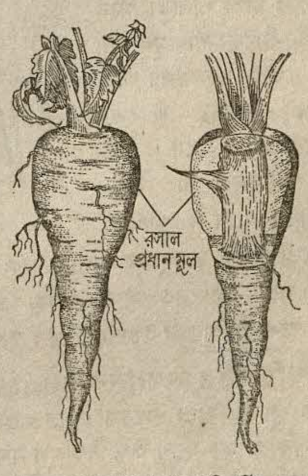
A. **পরিবর্তিত স্থানিক** বা **প্রধান মূল** (Modified normal root or Tap root) ঃ

I. **খাদ্য সঞ্চয়ের জন্য পরিবর্তন** (Modification for food storage) ঃ স্থানিক মূল প্রধানতঃ খাদ্য সঞ্চয়ের জন্য পরিবর্তিত হয়। খাদ্য সঞ্চয়ের জন্য পরিবর্তিত মূলগুলিকে **ভাণ্ডার মূল** বলে। মূলের সর্বত্র সমভাবে খাদ্য সঞ্চিত হয় না, তাই ভাণ্ডার মূলের আকৃতিগত পার্থক্য সুস্পষ্ট। আকৃতির উপর নির্ভর করে এদের তিনভাগে ভাগ করা হয়, যথা—

(1) **মূলাকার** বা **ফিউজিফর্ম** (*Fusiform*) ঃ এক্ষেত্রে মূলের মাঝ বরাবর খাদ্য সঞ্চয়ের পরিমাণ বেশী, উপরের ও নীচের দিকে সঞ্চয়ের পরিমাণ কম। তাই মূলের দু'দিক ক্রমশঃ সরু হয়ে যায়। বিশেষ আকৃতির এই পরিবর্তিত মূলকে **মূলাকার** বলে। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য **বীজপত্রাবকাণ্ড*** বা **হাইপোকোটিল** (Hypocotyl) অংশও মূলের মতো খাদ্য সঞ্চয়ে অংশ গ্রহণ করে। উদাহরণ, **মূলা**** (চিত্র ঃ 7.6)।

(2) **শাঙ্কবাকার** বা **কনিক্যাল** (*Conical*) ঃ মূলের উপরের দিকে বেশী





চিত্র ঃ 7.6 মূলাকার পরিবর্তিত মূল   চিত্র ঃ 7.7 শাঙ্কবাকার পরিবর্তিত মূল

পরিমাণে খাদ্য সঞ্চিত হওয়ায় মূল নীচের দিকে ক্রমশঃ সরু হয়ে শঙ্কুর আকার ধারণ করে। এই ধরনের মূলকে **শাঙ্কবাকার** বলে। উদাহরণ—**গাজর** (চিত্র ঃ 7.7)।

---

* ভ্রূণাক্ষের বীজপত্র সংলগ্ন নিম্নাংশ।

** আমাদের দেশের মূলা অনেকক্ষেত্রে শাঙ্কবাকার। বিলাতী মূলা মূলাকার মূলের সঠিক উদাহরণ।

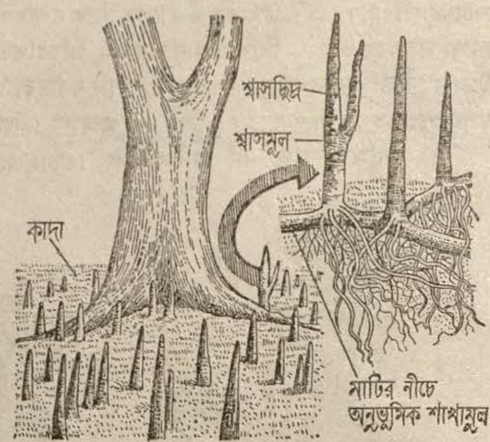
(3) **শালগমাকার** বা **নেপিফর্ম** (*Napiform*) : খাদ্যের অসম বণ্টনের ফলে বীজপত্রাবকাণ্ডসহ মূলের অধিকাংশই স্থূল হয় এবং মূলটিকে মোটামুটি গোলাকার দেখায়। সঞ্চয়ের পরিমাণ খুবই অল্প হওয়ায় নীচের দিকটি হঠাৎ সরু হয়ে শেষ হয়। এই ধরনের মূল **শালগমাকার**। শালগমাকার মূলের গোলাকার অংশের তিন-চতুর্থাংশ বীজপত্রাবকাণ্ড। উদাহরণ—**বীট** (চিত্র : 7.8), **শালগম**।



চিত্র : 7.8 শালগমাকার পরিবর্তিত মূল

II. **অতিরিক্ত শ্বাসঅঙ্গ গঠনের জন্য পরিবর্তন** (Modification for developing additional respiratory organ) :

শ্বাসমূল (Breathing root) বা **নিউম্যাটোফোর** (*Pneumatophore*) : সুন্দরবন অঞ্চলের লবণাক্ত জলাভূমিতে কতকগুলি বিশেষ ধরনের লবণাম্বু উদ্ভিদ (halophyte) জন্মায়। এই সব অঞ্চলের কাদামাটি স্বাভাবিকভাবে আলগা নয়, তাই মূল শ্বসনোপযোগী অক্সিজেন পায় না এবং স্বভাবতই শ্বসন ব্যাহত হয়। এই ধরনের প্রতিকূল অবস্থায় বাঁচার জন্য বিশেষ বিশেষ অভিযোজন ঘটে। এইসব অভিযোজনের মধ্যে শ্বাসমূল গঠন অন্যতম। ভূ-নিম্নস্থ শাখামূল বা প্রশাখামূল থেকে বহু উল্লম্ব শাখা (Vertical branch) মাটি ভেদ করে উপরে উঠে আসে। এই মূলগুলিকে **শ্বাসমূল** বা **নিউম্যাটোফোর** বলে। ওল্টানো গোঁজের মতো দেখতে শ্বাসমূলের আগার দিকে বহু **শ্বাসছিদ্র** (Pneumathode) থাকে। শ্বাসছিদ্র মাধ্যমেই গ্যাসের আদান-প্রদান হয় এবং সাবলীলভাবে শ্বসন চলতে থাকে। উদাহরণ—**সুন্দরী, গরান** ইত্যাদি (চিত্র : 7.9)।



চিত্র : 7.9 শ্বাসমূল

B. **পরিবর্তিত অস্থানিক মূল** (Modified adventitious roots) :

স্থানিক মূলের মতো অনেক ক্ষেত্রে অস্থানিক মূলও পরিবর্তিত হয়। খাদ্য সঞ্চয় এবং বিভিন্ন যান্ত্রিক কাজের জন্যে অস্থানিক মূল নানাভাবে পরিবর্তিত হয়।

I. **যান্ত্রিক কাজের জন্য পরিবর্তন** (Modification for mechanical purpose) :

(1) **স্তম্ভমূল** বা **প্রপরুট** (Prop root) : বড় গাছের শাখা-প্রশাখা বিস্তীর্ণ অঞ্চল জুড়ে ছড়িয়ে পরে। এসব শাখা-প্রশাখা থেকে খাড়াভাবে কতকগুলি অস্থানিক মূল ঝুলতে থাকে। মূলগুলি নীচে নেমে মাটি স্পর্শ করার পর ক্রমশঃ স্থূল হয় এবং স্তম্ভাকার ধারণ

করে। স্তম্ভের মতো দেখতে এই বিশেষ আকৃতির মূলকে **স্তম্ভমূল** বা **প্রপরুট** বলে। স্তম্ভমূল বিস্তৃত শাখা প্রশাখার ভার বহন করে। উদাহরণ—**বট** (চিত্র : 7.10)।

(2) **ঠেশমূল** বা **স্টিল্টরুট** (Stilt root) : কাণ্ডের গোড়ার দিক থেকে উৎপন্ন কতকগুলি অস্থানিকমূল গাছকে খাড়াভাবে দাঁড়িয়ে থাকতে সাহায্য করে। তির্যকভাবে বর্ধিত



চিত্র : 7.10 স্তম্ভমূল—বট

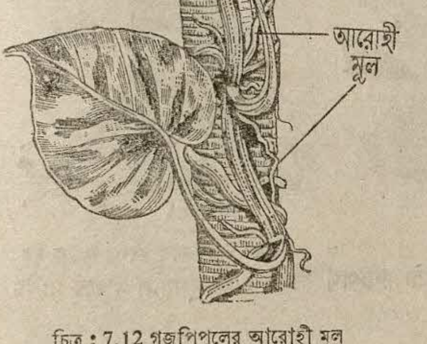


চিত্র : 7.11 ঠেশমূল—A (কেয়া) ; B (আখ)

এই মূলগুলি **ঠেশমূল** বা **স্টিল্টরুট**। উদাহরণ, **কেয়া**—জলার ধারে বর্ধিত এই গাছের কাণ্ডের নিম্নাংশ থেকে (চিত্র : 7.11A) এবং **আখ** [চিত্র : 7.11(B)], **ভুট্টা** প্রভৃতি গাছের পর্ব থেকে ঠেশমূল জন্মায়।

(3) **আরোহীমূল** বা **ক্লাইম্বিংরুট** (Climbing root) : কতকগুলি শেওলা গাছের কাণ্ডের প্রতিটি পর্ব থেকে বহু অস্থানিক মূল নির্গত হয়। এই মূলগুলির সাহায্যে দুর্বল কাণ্ডের উদ্ভিদ অবলম্বনকে আঁকড়ে ধরে আলোর সন্ধানে উপরে উঠে যায়। এই মূলগুলিকে **আরোহীমূল** বলে। উদাহরণ—**পান**, **গজপিপুল** (চিত্র : 7.12)।

(4) **দৃঢ় সংলগ্নী মূল** বা **ক্লিংগিং রুট** (Clinging root) : পরাশ্রয়ী (epiphyte)



চিত্র : 7.12 গজপিপুলের আরোহী মূল



চিত্র : 7.13 অর্কিডের দৃঢ়সংলগ্নী ও পরাশ্রয়ী মূল

উদ্ভিদের পর্ব থেকে উৎপন্ন সরু সরু এলোমেলোভাবে বর্ধিত যে মূলগুলি আশ্রয়দাতার বল্কলের (bark) ফাঁকে ফাঁকে ঢুকে গিয়ে গাছটিকে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন রাখে সেগুলিকে দৃঢ়সংলগ্নী মূল বা **ক্লিংগিং রুট** বলে। উদাহরণ—**অর্কিড** (চিত্র : 7.13)।



চিত্র : 7.14 কলাবতীর সংকোচী মূল

(5) **সংকোচী মূল** বা **কনট্রাকটাইল রুট** বা **পুল রুট** (Contractile or pull root) : পরিবর্তিত মৃৎগত কাণ্ডের উপর বর্ধিত যে অস্থানিক মূলগুলি প্রয়োজন মতো জল সঞ্চয় করে ফুলে ওঠে অথবা জল ত্যাগ করে কুঁচকে যায় এবং অনুভূমিকভাবে বর্ধিত মৃৎগত কাণ্ডকে খাড়া রাখে তাদের সংকোচী মূল বলে। উদাহরণ—**কলাবতী** (চিত্র : 7.14), **মানকচু**।

(6) **হ্যাপ্টেরা** বা **হোল্ডফাস্ট** (Haptera or *Holdfast*) : **পোডোস্টেমন** (*Podostemon*) গাছের দেহের অধিকাংশই মূল। এরা **হ্যাপটেরা** (Haptera) নামে বিশেষ এক ধরনের মূল সৃষ্টি করে পাথরের গায়ে লেগে থাকে।

(7) **কণ্টকমূল** বা **রুটথর্ণ** (Root thorn) : **তাল, নারকেল** (চিত্র : 7.16), **খেজুর** প্রভৃতি গাছের গোড়ার দিক থেকে উৎপন্ন অস্থানিক মূলগুলিকে খোঁচা খোঁচা শক্ত



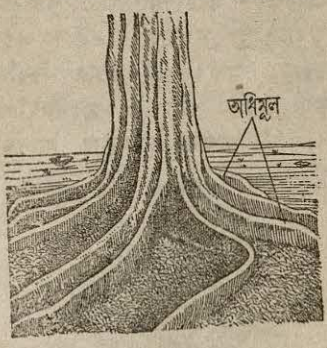
চিত্র : 7.15 পোডোস্টেমনের হ্যাপটেরা



চিত্র : 7.16 নারকেলের কণ্টক মূল

কাঁটার মতো দেখায়। এগুলিকে **কণ্টকমূল** বা **রুটথর্ণ** বলে। এই মূলগুলি গাছকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়সংলগ্ন থাকতে সাহায্য করে।

অধিমূল বা রুট বাট্রেস (Root-buttress) : শিমূল (চিত্র : 7.17), বয়ড়া প্রভৃতি গাছের কাণ্ডের নীচের দিক থেকে কতকগুলি অস্থানিক মূল নৌকোর হালের মতো চাপ্টা হয়ে চার দিকে ছড়িয়ে পড়ে। এগুলিকে **অধিমূল** বা **রুট বাট্রেস** বলে। অধিমূল গাছকে দাঁড়িয়ে থাকতে সাহায্য করে। অন্তর্গঠনের বিচারে এই অঙ্গগুলি অংশত মূল ও অংশত কাণ্ড।



চিত্র : 7.17 শিমূলের অধিমূল

III. শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য পরিবর্তন (Modification for physiological purpose) :

যান্ত্রিক কাজ ছাড়াও শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য অস্থানিক মূল পরিবর্তিত হয়, যেমন—

(1) **চোষকমূল** বা **প্যারাসাইটিক রুট** বা **হস্টোরিয়া** (Sucking root or Parasite root or Haustoria) :

ক্লোরোফিল না থাকায় পরজীবী উদ্ভিদ নিজ দেহে খাদ্য উৎপাদন করতে পারে না। বাঁচার তাগিদে তারা কাণ্ড থেকে উৎপন্ন অসংখ্য বিশেষ ধরনের অস্থানিকমূল জীবন্ত আশ্রয়দাতার (পোষকের) পরিবহণ নল বা ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের ফ্লোয়েম কলার মধ্যে প্রবেশ করিয়ে দেয় এবং সেখান থেকে নিজ দেহে প্রস্তুত খাদ্য টেনে নেয়। যে মূলগুলি শোষণের কাজে সাহায্য করে সেগুলিকে **চোষকমূল** বা **প্যারাসাইটিক রুট** বা **হস্টোরিয়া** বলে। উদাহরণ—**স্বর্ণলতা**, **আলোকলতা** ইত্যাদি।

(2) **পরাশ্রয়ী মূল** বা **এপিফাইটিক রুট** (Epiphytic root) : পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ সরাসরি মাটিতে জন্মায় না, অন্য গাছের উপরে জন্মায়। এদের দৃঢ়সংলগ্নী মূলগুলি আশ্রয়দাতাকে জড়িয়ে ধরতে সাহায্য করে। কিন্তু জলের চাহিদা মেটাতে যে বিশেষ ধরনের মূলগুলি বাতাসের জলীয়বাষ্প শোষণ করে সেগুলিকে **পরাশ্রয়ীমূল** বা **এপিফাইটিক রুট** বলে। এই সব মূলের ত্বকের নীচে অবস্থিত জল শোষণকারী বিশেষ কলাকে **ভেলামেন** (Velamen) বলে। উদাহরণ—**রাস্না** বা **অর্কিড** (চিত্র : 7.13)।

(3) **আত্তীকরণ মূল** বা **অ্যাসিমিলেটরী রুট** (Assimilatory root) :



চিত্র : 7·18 গুলঞ্চের আত্তীকরণ মূল



চিত্র : 7.19 পানিফলের আত্তীকরণ মূল

কোন কোন উদ্ভিদের শাখা থেকে সবুজ সূতোর মতো অস্থানিক মূল উৎপন্ন হয় এবং সেগুলি বাতাসে ঝুলতে থাকে। এই সব অস্থানিক মূলের বাইরে অবস্থিত সবুজ আস্তরণ খাদ্য প্রস্তুতে সহায়তা করে। এই ধরনের পরিবর্তিত মূলকে **আত্তীকরণ মূল** বা **অ্যাসিমিলেটরী রুট** বলে। উদাহরণ—**গুলঞ্চ** (চিত্র : 7.18), **পানিফল** (চিত্র : 7.19)।

(4) **জলজ শ্বাসমূল** বা **ভাসমান মূল** (Aquatic breathing root or Floating root) : অস্থানিক মূল সময় সময় স্পঞ্জের মতো স্ফীত হয়ে উদ্ভিদকে জলে থাকতে বা শ্বাসকার্য চালাতে সাহায্য করে। পরিবর্তিত এই অস্থানিক মূলগুলিকে **জলজ শ্বাসমূল** বা **ভাসমান মূল** বলে। উদাহরণ—**কেশরা** (চিত্র : 7.20)।



চিত্র : 7.20 কেশরায় জলজ শ্বাসমূল

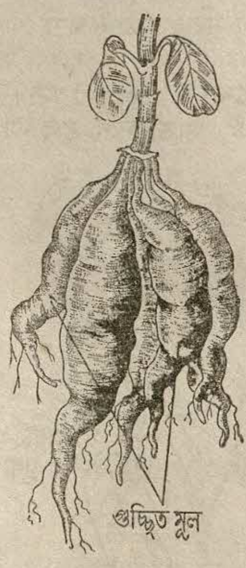
(6) **ভাণ্ডারমূল** বা **সঞ্চয়ীমূল** বা **স্টোরেজ রুট** (Storage root) : খাদ্য সঞ্চয়ের জন্যও অস্থানিক মূল নানাভাবে পরিবর্তিত হয়। এইসব মূলকে **ভাণ্ডারমূল** বা **সঞ্চয়ীমূল** বা **স্টোরেজ রুট** বলে।

ভাণ্ডারমূল নানা প্রকার, যেমন—

(i) **কন্দমূল** বা **টিউবারাস রুট** (Tuberous root) : গাছের পর্ব থেকে উৎপন্ন অস্থানিক মূল খাদ্য সঞ্চয় করে যখন কন্দের মতো স্ফীত হয় তাদের **কন্দমূল** বলে। উদাহরণ—**রাঙা আলু** (চিত্র : 7.21)।

(ii) **গুচ্ছিত মূল** বা **ফ্যাসিকিউলেটেড রুট** (Fasciculated root) : এখানে


চিত্র : 7.21 রাঙা আলুর কন্দমূল



চিত্র : 7·22 ডালিয়ার গুচ্ছিতমূল

কাণ্ডের গোড়ার পর্ব থেকে নির্গত একগুচ্ছ অস্থানিক মূল খাদ্য সঞ্চয় করে স্ফীত হয়।

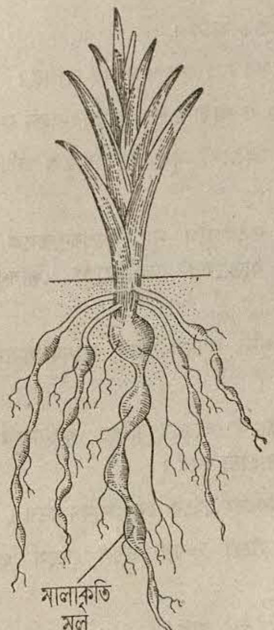
গুচ্ছাকারে সজ্জিত এই মূলগুলিকে **গুচ্ছিত মূল** বলে। উদাহরণ—**ডালিয়া, শতমূলী, অর্কিড।**

(iii) **অর্বুদযুক্তমূল** বা **নডিউলোজ রুট** (Nodulose root) : এখানে মৃদগত কাণ্ডে উৎপন্ন অস্থানিক মূলগুলির আগাতেই কেবল খাদ্য সঞ্চিত হয় এবং সেগুলিকে অর্বুদের মতো দেখায়। এই ধরনের মূলকে **অর্বুদযুক্ত-মূল** বলে। উদাহরণ—**আমআদা।**

(iv) **মালাকৃতিমূল** বা **মনিলিফর্ম রুট** বা **বিডেড্ রুট** (Moniliform root or Beaded root) : অসমানভাবে খাদ্য সঞ্চয়ের ফলে যদি অস্থানিক মূলগুলি



চিত্র : 7.23 আমআদায় অর্বুদযুক্ত মূল



চিত্র : 7.24 ঘাসের মালাকৃতি মূল

জপের মালার মতো ক্রমান্বয়ে সংকুচিত ও স্ফীত হয়, তবে সেইসব অস্থানিক মূলকে **মালাকৃতি মূল** বলে। উদাহরণ—**মুথাঘাস।**

(v) **বলয়াকৃতিমূল** বা **অ্যানিউলেটেড রুট** (Annulated root) : খাদ্য সঞ্চয়ের ফলে অস্থানিক মূলগুলি স্ফীত হয়ে ঘনসন্নিবিষ্ট চাকতির মতো দেখালে সেগুলিকে **বলয়াকৃতি মূল** বলে। উদাহরণ—**ইপিকাক।**



চিত্র : 7·25 ইপিকাকের বলয়াকৃতি মূল

7.10. মূলের কাজ [Functions of Root]

A. সাধারণ কাজ (Normal functions) ঃ

(1) মূল উদ্ভিদকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়সংলগ্ন রাখে।

(2) মূলরোম উদ্ভিদের জন্য মাটি থেকে রস শোষণ করে।

(3) মূলরোম দ্বারা শোষিত রস মূল ও তার শাখা-প্রশাখার জাইলেম মাধ্যমে কাণ্ডে ও পাতায় পরিচালিত হয়।

B. বিশেষ কাজ (Special functions) ঃ

(1) ভবিষ্যতের ব্যবহারের জন্যে খাদ্য সঞ্চিত থাকে।

(2) সুন্দরী জাতীয় লবণাম্বু উদ্ভিদ শ্বাসমূলের সাহায্যে শ্বাসকার্য চালায়।

(3) বট, কেয়া প্রভৃতি উদ্ভিদের মূল, কাণ্ড ও শাখা-প্রশাখায় ভার বহন করে।

(4) পান, গজপিপুল প্রভৃতি লতানো উদ্ভিদের মূল অবলম্বনকে জড়িয়ে ধরে গাছকে উপরে উঠতে সাহায্য করে।

(5) অর্কিড-জাতীয় পরাশ্রয়ী উদ্ভিদের কতকগুলি মূল আশ্রয়দাতাকে আঁকড়ে ধরতে ও বিশেষ কতকগুলি মূল বাতাসের জলীয়বাষ্প শোষণ করতে সাহায্য করে।

(6) মানকচু, আদা প্রভৃতির অস্থানিক মূলগুলি কুঁচকে গিয়ে অনেক সময় মৃদগত কাণ্ডকে খাড়াভাবে দাঁড় করিয়ে রাখে।

(7) তাল, নারকেল প্রভৃতি গাছের কাণ্ডের গোড়ায় বর্ধিত কণ্টকমূল গাছকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন থাকতে সাহায্য করে।

(8) চোষকমূল দ্বারা পরজীবী উদ্ভিদ পোষকদেহ থেকে রস শোষণ করে।

(9) স্পঞ্জের মতো অস্থানিক মূলের সাহায্যে কেশরা জলে ভেসে থাকে বা অতিরিক্ত অক্সিজেনের যোগান পায়।

(10) আত্তীকরণ মূলের সাহায্যে গুলঞ্চ খাদ্য তৈরী করে।

7.11. মূলের শ্রেণীবিভাগের ছক [Table showing the classification of Roots]

- মূল
  - স্থানিক
    - সাধারণ মূল (প্রধান মূল) (উদা—পুঁই)
    - পরিবর্তিত মূল
      - ভাণ্ডার মূল
        - মূলাকার (উদা—মূলা)
        - শাঙ্কবাকার (উদা—গাজর)
        - শালগমাকার (উদা—বীট, শালগম)
      - শ্বাসমূল (উদা—সুন্দরী)
  - অস্থানিক
    - গুচ্ছমূল (উদা—ধান)
    - পরিবর্তিত মূল
      - (যান্ত্রিক কাজের জন্য)
        - স্তম্ভমূল (যথা—বট)
        - ঠেশমূল (যথা—কেয়া)
        - আরোহীমূল (যথা—পান)
        - দৃঢ়সংলগ্নীমূল (যথা—আঁকড)
        - সংকোচীমূল (যথা—মানকচু)
        - হ্যাপটেরা (যথা—পোডোস্টেমন)
        - কণ্টকমূল (যথা—নারকেল)
      - (শারীরবৃত্তীয় কাজের জন্য)
        - চোষকমূল (যথা—স্বর্ণলতা)
        - পরাশ্রয়ীমূল (যথা—আঁকড)
        - জলজ শ্বাসমূল (যথা—কেশরা)
        - আত্তীকরণ মূল (যথা—গুলঞ্চ)
        - ভাণ্ডার মূল
          - কন্দমূল (যথা—রাঙা আলু)
          - গুচ্ছিত মূল (যথা—শতমূলী)
          - অর্বুদযুক্ত মূল (যথা—আমআদা)
          - মালাকৃতি মূল (যথা—মুথা ঘাস)
          - বলয়াকৃতি মূল (যথা—ইপিকাক)

কাণ্ড
[Stem]

7.12. কাণ্ডের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য [Characteristic features of Stem]

উদ্ভিদের ঊর্ধ্বগামী অক্ষকে সাধারণত কাণ্ড বলা হয়। কাণ্ড ভ্রূণের ভ্রূণমুকুল থেকে উৎপন্ন অংশ। বিশেষ কাজের তাগিদে অথবা বিশেষ বিশেষ পরিবেশে কাণ্ডে নানারকম পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। আশ্চর্যের ব্যাপার এমনতর অবস্থাতেও কাণ্ডের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি প্রকট না হলেও অন্ততঃ প্রচ্ছন্ন-ভাবেও থেকে যায়। এই সব চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের মধ্যে পর্ব ও পর্বমধ্য, পাতা, কাক্ষিক মুকুল, ফুল প্রভৃতির উপস্থিতি বিশেষ উল্লেখযোগ্য (চিত্র : 7.26)। তাছাড়া কাণ্ড অনুকূল আলোকবর্তী (Positively phototropic), অর্থাৎ আলোর উৎসের দিকে এগিয়ে যায় এবং প্রতিকূল অভিকর্ষী (negatively geotropic), অর্থাৎ অভিকর্ষ বলের বিপরীত দিকে বাড়তে থাকে।



চিত্র : 7.26 কাণ্ডের চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য

7.13. কাণ্ড ও মূলের পার্থক্য [Differences between Root and Stem]

কাণ্ড	মূল
(1) উদ্ভিদের ঊর্ধ্বগামী অক্ষ।	(1) উদ্ভিদের নিম্নগামী অক্ষ।
(2) ভ্রূণমুকুল থেকে উৎপন্ন হয়।	(2) সাধারণত ভ্রূণমূল থেকে উৎপন্ন হয়।
(3) সাধারণত আলোক-উৎসের দিকে বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ অনুকূল আলোকবর্তী।	(3) আলোক-উৎসের বিপরীত দিকে বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ প্রতিকূল আলোকবর্তী।
(4) সাধারণত মাটির উপরে অভিকর্ষ-বলের বিপরীত দিকে বাড়ে, অর্থাৎ প্রতিকূল অভিকর্ষী।	(4) সাধারণত মাটির মধ্যে অভিকর্ষ বলের অনুকূলে বাড়ে, অর্থাৎ অনুকূল অভিকর্ষী।
(5) পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত।	(5) পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত নয়।
(6) যৌন জননে অংশ নেয় এমন কতকগুলি অঙ্গ ধারণ করে।	(6) যৌন জননে অংশ নেয় এমন কোন অঙ্গ ধারণ করে না।
(7) পাতা, ফুল ও ফল ধারণ করে।	(7) সাধারণত পাতা, ফুল ও ফল ধারণ করে না।
(8) কাণ্ডের আগায় ও পাতার কক্ষে মুকুল জন্মায়।	(8) মূলের আগায় কখনই মুকুল জন্মায় না।
(9) মূলত্র থাকে না।	(9) মূলত্র থাকে।

কাণ্ড	মূল
(10) কাণ্ডের রং সাধারণত সবুজ, অবস্থা বিশেষে বর্ণহীন।	(10) মূল সাধারণত বর্ণহীন, অবস্থা বিশেষে সবুজ।
(11) কাণ্ডের রোম বহুকোষী।	(11) মূলের রোম এককোষী।
(12) কাণ্ডের শাখা-প্রশাখা বাইরের কলা থেকে জন্মায়, অর্থাৎ তারা বহির্জনিষ্ণু (Exogenous)।	(12) মূলের শাখা-প্রশাখা ভিতরের কলা থেকে জন্মায় অর্থাৎ তারা অন্তর্জনিষ্ণু (Endogenous)।
(13) ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত ও সমপার্শ্বীয় (conjoint and collateral)।	(13) ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল অরীয় (radial)।

7.14. মুকুল [Bud

মুকুল প্রকৃতঅর্থে অপরিণত সঙ্কুচিত বিটপ। কাণ্ডের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি মুকুলে প্রচ্ছন্নভাবে নিহিত থাকে (চিত্র : 7·27), তবে সঙ্কুচিত থাকার জন্য লক্ষণগুলি তত প্রকট নয়। **বাঁধাকপি সর্ববৃহৎ মুকুল।** পরীক্ষা করলে সেখানে পর্ব ও পর্বমধ্য লক্ষ্য করা যায়। পর্ব থেকে উদ্গত পাতাগুলি অপরিণত।



চিত্র : 7.27 মুকুলের দীর্ঘচ্ছেদ

বিভিন্ন প্রকার মুকুল [Different types of bud]

(1) **অবস্থান অনুসারে** (According to position) :

অবস্থান অনুসারে মুকুল প্রধানতঃ দু' প্রকার—**অগ্রমুকুল** বা **শীর্ষমুকুল** (Apical bud or terminal bud) এবং **পার্শ্বমুকুল** বা **কাক্ষিক মুকুল** (Lateral or axillary bud)। কাণ্ড বা শাখা-প্রশাখার অগ্রভাগের মুকুল অগ্রমুকুল। পাতার কক্ষের মুকুল কাক্ষিক মুকুল।

(2) **প্রকৃতি অনুসারে** (According to nature) :

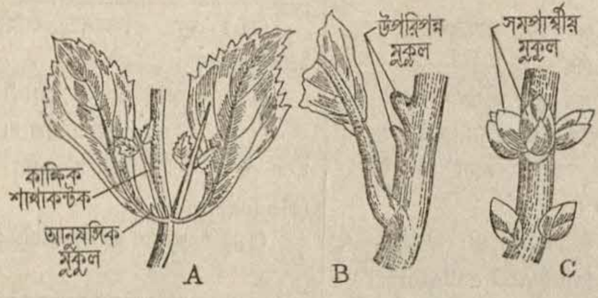
প্রকৃতি অনুসারে মুকুল দু' প্রকার—**পুষ্প মুকুল** (Flower bud) এবং **পত্র মুকুল** বা **কাণ্ড মুকুল** (Leaf bud or stem bud)। যে মুকুল কেবল পুষ্প উৎপন্ন করে তাকে পুষ্প মুকুল বলে। পত্রবিশিষ্ট শাখায় রূপান্তরিত মুকুলকে পত্র মুকুল বা কাণ্ড-মুকুল বলে। স্বাভাবিক নিয়মে পুষ্পমুকুল ও পত্রমুকুল থেকে যথাক্রমে পুষ্প ও কাণ্ড গঠিত হয়। এছাড়া আছে **মিশ্র মুকুল** (Mixed bud)। প্রয়োজনবোধে এগুলি পুষ্প মুকুল অথবা পত্র মুকুলে রূপান্তরিত হয়। **আপেলের পুষ্পমুকুল প্রকৃতপক্ষে একটি মিশ্র মুকুল।**

(3) **উৎপত্তি অনুসারে** (According to origin) :

উৎপত্তি অনুসারে উক্ত তিন প্রকার মুকুলই **স্থানিক মুকুল** (Normal bud)। নির্দিষ্ট স্থান ব্যতীত কাণ্ডের যে কোন স্থান, এমনকি মূল বা পাতা থেকে উৎপন্ন মুকুলকে **অস্থানিক মুকুল** (Adventitious bud) বলে।

রাঙা আলুর উপরে উৎপন্ন **মূলজ মুকুল** (Radical bud) এবং পাথরকুচি পাতায় উৎপন্ন **পত্রজ মুকুল** (Epiphyllous bud) সেই কারণেই অস্থানিক মুকুলের পর্যায়ে পড়ে। কাক্ষিক মুকুলের উপরে বা পাশে উৎপন্ন এক বা একাধিক মুকুলকে **আনুষঙ্গিক মুকুল** (Accessory bud) (চিত্র : 7·28A)

বলে। কাক্ষিক মুকুলের উপরের মুকুলগুলিকে **উপরিপন্ন** (Superposed) এবং কাক্ষিক মুকুলের পাশে



চিত্র : 7·28 রূপান্তরিত (A) ও অস্থানিক মুকুল (B ও C) A—দুরন্ত,
B—ওয়ালনাট, (উপরিপন্ন) C—লঙ্কা (সমপার্শীয়)

উৎপন্ন মুকুলগুলিকে **সমপার্শ্বীয়** (Collateral) বলে। **ওয়ালনাটে** (চিত্র : 7.28B) উপরিপন্ন এবং **বেগুন, লঙ্কা** (চিত্র : 7·28C) প্রভৃতি গাছে সমপার্শীয় মুকুল জন্মায়।

মুকুলের রূপান্তর :

প্রয়োজনে মুকুল **বালবিল** (Bulbil)-এ যেমন—**খামালু** (চিত্র : 7·43) ; **শাখাকণ্টক** (Thorn)-এ যেমন—দুরন্ত (চিত্র : 7·28A) এবং **শাখা-আকর্ষ** (Tendril)-এ যেমন, ঝুমকোলতা [চিত্র : 7.32(1)], কুমড়ো রূপান্তরিত হয়।

7.15. কাণ্ডের আকৃতি [Forms of Stem]

আকৃতি, প্রকৃতি ও গঠনের দিক থেকে কাণ্ড বৈচিত্র্যময়। কাণ্ডের দৈর্ঘ্য 1 সেঃ মিঃ থেকে কয়েকশো মিটার, প্রস্থে একটি ছোট ফুলের প্রস্থের অনুরূপ, এমন কি 16 মিটার বা তারও বেশী হ'তে পারে। কাণ্ড নরম বা রসাল অথবা কঠিন বা কাষ্ঠল হয়।

কাণ্ড প্রধানত দু'প্রকার—1. **বায়ব** (Aerial) এবং 2. **মৃদগত** (Underground)।

1. **বায়ব কাণ্ড :** মাটির উপরে বর্ধিত কাণ্ডকে বায়ব কাণ্ড বলে। বায়ব কাণ্ড **সবল** (Strong) অথবা **দুর্বল** (Weak)।

(A) সবল কাণ্ড (Strong Stem)

কাণ্ড আলোর সন্ধানে সর্বদাই উপরের দিকে ওঠে। যে সব কাণ্ডে কাষ্ঠল অংশ বেশী থাকে এবং সেজন্য যারা নিজেদের খাড়া রাখতে পারে তাদের **সবল** বা **খাড়া** (erect) কাণ্ড বলে। কাণ্ড **শাখাযুক্ত** (branched) অথবা **শাখাহীন** (unbranched)। সবল কাণ্ডের উদ্ভিদ প্রধানতঃ চার প্রকার (চিত্র : 7.29 ও 7.30) :

(1) **অশাখকাণ্ড** বা **কডেক্স** (Caudex) : যেমন, **তাল** (চিত্র : 7.29A), **সুপারি, খেজুর, নারকেল** ইত্যাদি। শাখা-প্রশাখাহীন দৃঢ়, স্তম্ভাকার লম্বা কাণ্ডকে অশাখকাণ্ড বলে। বৃদ্ধির প্রথম দিকে কাক্ষিক মুকুলের নিষ্ক্রিয়তা বা মৃত্যুর জন্য এইসব গাছের কাণ্ডে শাখা থাকে না। নিষ্ক্রিয় মুকুল অবশ্য সক্রিয় হয়ে বিশেষ ক্ষেত্রে শাখা উৎপন্ন করতে পারে। অশাখকাণ্ডের শীর্ষদেশে কেবল একগুচ্ছ পাতার মুকুট (crown of leaves) থাকে।

(2) **পিরামিডাকৃতি** বা **এক্সকারেন্ট** (Excurrent) : যেমন, **দেবদারু** (চিত্র : 7.29B), **পাইন** (চিত্র : 6·1A) ইত্যাদি। এখানে গুঁড়ির উপরের অংশে ক্রমশঃ ছোট শাখা-প্রশাখা উৎপন্ন হয়। ফলে গাছটিকে পিরামিডের মতো দেখায়।

(3) **গম্বুজাকৃতি** বা **ডেলিকোয়েসেণ্ট** (Deliquescent) : যেমন, **বট**, **কাঁঠাল**, **আম** (চিত্র : 7.29C) ইত্যাদি। অনির্দিষ্টকাল বাড়তে পারে না এমন কাণ্ড যদি দ্রুত শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়, তবে গাছটিকে গম্বুজের মতো দেখায়। এই জাতীয় গাছকে গম্বুজাকৃতি বলে।

(4) **তৃণকাণ্ড** বা **কাম** (Culm) : যেমন, **বাঁশ** (চিত্র : 7·30), **আখ**, **ভুট্টা**



চিত্র : 7.29 বিভিন্ন প্রকার কাণ্ড
A—তাল, B—দেবদারু, C—কাঁঠাল



চিত্র : 7.30 বাঁশ

ইত্যাদি। এদের শাখা-প্রশাখাযুক্ত প্রধানতঃ কঠিন বা নিরেট পর্ব ও সাধারণত ফাঁপা পর্বমধ্যযুক্ত কাণ্ডকে তৃণকাণ্ড বলে।

(B) দুর্বল কাণ্ড (Weak Stem)

কাষ্ঠল অংশ কম থাকার জন্য কাণ্ড দুর্বল হয়। দুর্বল কাণ্ডের উদ্ভিদ মাটির উপর দিয়ে গড়িয়ে চলে অথবা আলোর সন্ধানে কোন না কোন অবলম্বনকে জড়িয়ে উপরের দিকে উঠে যায়। মাটির উপর দিয়ে গড়িয়ে চলতে অভ্যস্ত উদ্ভিদকে **ব্রততী** বা **ক্রিপার** (creeper)* এবং অবলম্বনের সাহায্যপ্রার্থী উদ্ভিদকে **রোহিণী** বা **ক্লাইম্বার** (climber) বলে।

* মাটির উপর দিয়ে গড়িয়ে চলার সময় ব্রততীর পর্ব থেকে অস্থানিক মূল উৎপন্ন হয়।

দুর্বাঘাস, থানকুনি, আমরুল, রাঙাআলু প্রভৃতি হল ব্রততী এবং **লাউ, কুমড়া, অপরাজিতা** প্রভৃতি রোহিনী। দুর্বলকাণ্ডের সমস্ত উদ্ভিদই বিরুৎ।

7.16. বিরুৎ, গুল্ম ও বৃক্ষ [Herb, Shrub and Tree]

কাণ্ডের আকৃতি, উচ্চতা এবং কাষ্ঠল অংশের তারতম্যের ভিত্তিতে উদ্ভিদকে বিরুৎ, গুল্ম ও বৃক্ষ—এই তিন প্রধান ভাগে ভাগ করা হয়।

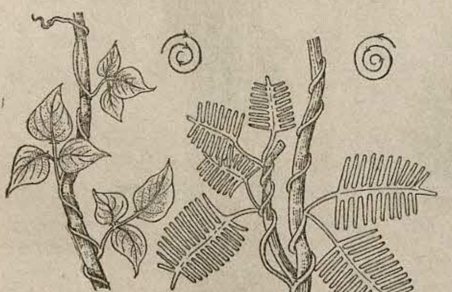
(i) বিরুৎ : যে উদ্ভিদে কাণ্ডের উচ্চতা অল্প এবং কাষ্ঠল অংশ নেই বললেই চলে তাকে বিরুৎ বলে। অধিকাংশ বিরুৎ-এর কাণ্ড আকারে ছোট এবং রসাল। আয়ুষ্কাল অনুযায়ী বিরুৎ **বর্ষজীবী** (Annual) [যথা—ধান], **দ্বিবর্ষজীবী** (Biennial) [যথা—গাজর] এবং **বহুবর্ষজীবী** (Perennial) [যথা—কলাগাছ]। জন্ম থেকে মৃত্যু পর্যন্ত জীবনচক্রের সব দশা এক বৎসরের মধ্যেই শেষ হলে সেই উদ্ভিদ বর্ষজীবী। জীবনচক্র দুবছরে শেষ হলে সেই উদ্ভিদকে দ্বিবর্ষজীবী এবং দু'বছরের বেশী সময় লাগলে সেই উদ্ভিদ বহুবর্ষজীবী। অধিকাংশ গুল্ম ও বৃক্ষ বহুবর্ষজীবী।

(ii) **গুল্ম** : প্রকৃত গুঁড়িহীন মধ্যম আকারের কাষ্ঠল উদ্ভিদকে গুল্ম বলে। গুল্ম মাটির সামান্য উপরে শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়ে যায়। যথা—জবা, গন্ধরাজ ইত্যাদি।

(ii) **বৃক্ষ** : কাষ্ঠল ও প্রকৃত গুঁড়ি-বিশিষ্ট দীর্ঘ উদ্ভিদ হল বৃক্ষ। আম, শাল, নিম ইত্যাদি।

7.17. বিভিন্ন প্রকার রোহিণী [Different types of climbers]

রোহিনী দুর্বল কাণ্ডের উদ্ভিদ। এই উদ্ভিদগুলি আলোর সন্ধানে উপরের দিকে উঠতে চায়, কিন্তু অবলম্বন ছাড়া দাঁড়াতে পারে না। রোহিনী অবলম্বনকে জড়িয়ে ধরে বিস্তৃত শাখা-প্রশাখা, পাতা, ফুল ও ফলের ভার বহন করে।



চিত্র : 7.31 বল্লী A—সীম ; B—তরুলতা

আরোহণের প্রকৃতি অনুসারে রোহিণী বিভিন্ন প্রকার। যেমন—

1. **বল্লী** বা **স্টেম ক্লাইম্বার** বা **টোয়াইনার** (Stem-climber or Twiner) : এরা নিজ কাণ্ডের সাহায্যে অবলম্বনকে জড়িয়ে উপরে ওঠে। বল্লী দু'রকম :

(i) **দক্ষিণাবর্ত** বা **ডেক্সট্রোর্স** (Dextrorse)—কাণ্ড ঘড়ির কাঁটার মতো বাঁদিক থেকে ডানদিকে ঘোরে। উদাহরণ—**সীম** (চিত্র : 7.31A), **খামালু** ইত্যাদি।

(ii) **বামাবর্ত** বা **সিনিসট্রোর্স** (Sinistrorse)—কাণ্ড ঘড়ির কাঁটার উল্টোদিকে (anticlockwise) অর্থাৎ ডানদিক থেকে বাঁদিকে ঘোরে। উদাহরণ—**অপরাজিতা, তরুলতা** (চিত্র : 7.31B) ইত্যাদি।

2. **মূল-রোহিণী** (Root-climber) : পর্ব থেকে উৎপন্ন অস্থানিক মূলগুলির সাহায্যে এরা আরোহণ করে। উদাহরণ—**গজপিপুল** (চিত্র : 7.12), **পান** ইত্যাদি।

3. **আকর্ষ-রোহিণী** (Tendril-climber) : আকর্ষ হল উদ্ভিদের বিশেষ ধরনের সরু, লকলকে পত্রহীন অঙ্গ। অত্যন্ত স্পর্শকাতর (sensitive) এই অঙ্গ কোন অবলম্বনের সংস্পর্শে এলে তাকে পাকে পাকে জড়িয়ে ধরে এবং এইভাবে রোহিণীকে উপরে উঠতে সাহায্য করে। রোহিণীর বিভিন্ন অঙ্গ রূপান্তরিত হয়ে আকর্ষে পরিণত হয় (চিত্র : 7.32)।

উদাহরণ—**ঝুমকোলতার** কাক্ষিক মুকুল [চিত্র : 7.32 (1)], **হাড়জোড়ার** অগ্র-



চিত্র : 7.32 বিভিন্ন প্রকার রোহিণী (1) ঝুমকোলতা ; (2) মটর ; (3) জংলী মটর ; (4) উলটচণ্ডাল ; (5) কুমারিকা ; (6) অনন্তলতা ; (7) মাধবীলতা ; (8) বাগানবিলাস

মুকুল (চিত্র : 7.42), **মটরের** যৌগিক পত্রের আগার পত্রকগুচ্ছ [চিত্র : 7.32(2)], **জংলী মটরের** সমগ্র পাতা [চিত্র : 7.32(3)], **উলটচণ্ডালের** পত্রাগ্র [চিত্র : 7.32(4)], **কুমারিকার** উপপত্র [চিত্র : 7.32(5)], **অনন্তলতার** পুষ্পমঞ্জরী ইত্যাদি [চিত্র : 7.32(6)]।

4. **অঙ্কুশ-রোহিণী** (Hook-climber) : এই জাতীয় রোহিণী অঙ্কুশ দ্বারা আরোহণ করে। উদাহরণ—**কাঁঠালি চাঁপা**।

5. **কণ্টক-রোহিণী** (Thorn-climber) : এই জাতীয় রোহিণীর দেহে প্রচুর বাঁকান কাঁটা থাকে। এই কাঁটাগুলি আশ্রয়ের দেহে আটকে রোহিণী উপরে উঠে যায়। উদাহরণ—**বাগানবিলাস** [চিত্র : 7.32(8)], **বেত** ইত্যাদি।

6. **কাষ্ঠললতা** বা **লায়ানেস** (Lianes) বা **লায়ানাস** (Lianas) : **মাধবীলতা** [চিত্র : 7.32(7)], **কাঞ্চনলতা** প্রভৃতি রোহিণীর কাণ্ড প্রথমাবস্থায় নরম থাকলেও সুউচ্চ বৃক্ষশীর্ষে বা উঁচু জায়গায় আরোহণ করার পর এদের কাণ্ড স্থূল ও কাষ্ঠল হয়। এই ধরনের রোহিণীকে কাষ্ঠললতা বলে।

7.18. পরিবর্তিত কাণ্ড [Modified stem]

প্রয়োজনের তাগিদে কাণ্ডের স্বাভাবিক আকৃতি ও প্রকৃতির অনেক পরিবর্তন ঘটে। এইসব কাণ্ডকে পরিবর্তিত কাণ্ড বলে। লক্ষ্য করার বিষয়, পরিবর্তিত হলেও সেখানে কাণ্ডের চরিত্রগত বৈশিষ্ট্যগুলি অন্তত প্রচ্ছন্নভাবেও থেকে যায়। এইসব বৈশিষ্ট্য দেখেই কাণ্ডকে সনাক্ত করা সম্ভব।

[A] **মৃদগত** বা **ভূনিম্নস্থ পরিবর্তিত কাণ্ড** (Underground modified stem) : কাণ্ড বা কাণ্ডাংশ পরিবর্তিত হয়ে মাটির মধ্যে বাড়তে থাকলে তাকে **পরিবর্তিত মৃদগত কাণ্ড** বলে। পরিবর্তনের প্রধান উদ্দেশ্য **খাদ্যসঞ্চয়, অঙ্গজজনন** ও **প্রতিকূলজীবিতা**।

মৃদগত কাণ্ডের কাণ্ড-চরিত্র : (i) পর্ব ও পর্বমধ্য বর্তমান। (ii) কাক্ষিক মুকুল বা অগ্রমুকুলের উপস্থিতি। (iii) অন্তত রূপান্তরিত পত্র অর্থাৎ শল্কপত্র (Scale leaf) হিসাবেও পাতার উপস্থিতি।

নীচে বিভিন্ন প্রকার মৃদগত পরিবর্তিত কাণ্ডের বর্ণনা দেওয়া হল :

(1) **গ্রন্থিকাণ্ড** বা **রাইজোম** (Rhizome) : পরিবর্তিত মৃদগত কাণ্ডের সবচেয়ে সহজলভ্য উদাহরণ **আদা** (চিত্র : 7.33) বা **হলুদ**। এগুলিকে **গ্রন্থিকাণ্ড** বা **রাইজোম** বলে। মাটির নীচে অনুভূমিকভাবে বর্ধিত গ্রন্থিকাণ্ডে সুস্পষ্ট **পর্ব ও পর্বমধ্য** বর্তমান। পর্ব থেকে **শল্কপত্র** এবং শল্কপত্রের কক্ষ থেকে **কাক্ষিক মুকুল** জন্মায়।



চিত্র : 7.33 গ্রন্থিকাণ্ড (আদা)

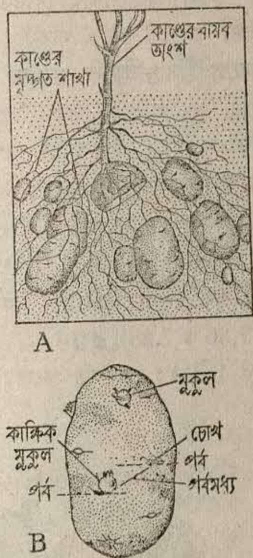
কাক্ষিক মুকুল শাখায় পরিবর্তিত হয়। অগ্রমুকুল মাটির উপরে **বায়বীয় কাণ্ড** (Aerial stem) গঠন করে এবং উপযুক্ত সময়ে তাতে ফুল ফোটে। বৃদ্ধির অনুপযুক্ত ঋতুতে মাটির উপরের বিস্তার শুকিয়ে যায়। গ্রন্থিকাণ্ডে প্রচুর **অস্থানিক মূল** উৎপন্ন হয়। **মানকচুর** গ্রন্থিকাণ্ড কখনও কখনও খাড়া হয়ে মাটির উপরে দাঁড়িয়ে যায় (চিত্র : 7.34)। এরূপ গ্রন্থিকাণ্ডকে **মূলাকার কাণ্ড** বা **রুট-স্টক** (Root-stock) বলে।



চিত্র : 7.34 মানকচু

(2) **স্ফীতকন্দ** বা **টিউবার** (Tuber) : **আলু** একপ্রকার মৃদগত পরিবর্তিত কাণ্ড (চিত্র : 7.35)। একে **স্ফীতকন্দ** বা **স্থূলকন্দ** বা **টিউবার** বলা হয়। অতিরিক্ত খাদ্যসঞ্চয়ের ফলে ভূনিম্নস্থ শাখার অগ্রভাগ স্ফীত হয়ে স্ফীতকন্দ গঠন করে। স্ফীতকন্দেও যথারীতি **পর্ব** ও **পর্বমধ্য বর্তমান**। স্ফীতকন্দের যে স্থানগুলিতে **মুকুল** জন্মায় সেই স্থানগুলি হল

পর্ব। অপরিণত দশায় পর্বে শল্কপত্র থাকলেও পরিণত স্ফীতকন্দ থেকে শল্কপত্র ঝড়ে

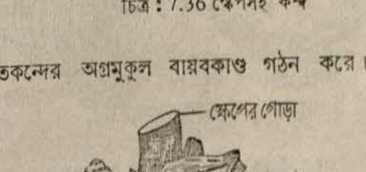


চিত্র : 7.35 A—মাটির মধ্যে স্ফীতকন্দের অবস্থান ; B—স্ফীতকন্দ (আলু)



চিত্র : 7.36 স্কেপসহ কন্দ

গিয়ে পত্রক্ষতের (leaf-scar) সৃষ্টি হয়। স্ফীতকন্দের অগ্রমুকুল বায়বকাণ্ড গঠন করে। পর্বে অবনমিত পত্রক্ষতসহ কাক্ষিক মুকুলগুলিকে **'চোখ'** (eye) বলে। কখনও কখনও স্ফীত কন্দে **অস্থানিক মূল** জন্মায়।



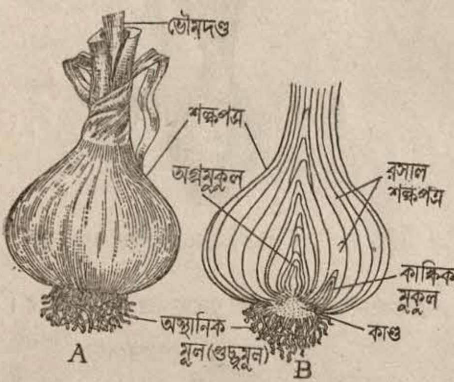
চিত্র : 7.37 গুঁড়িকন্দ (ওল)

(3) **গুঁড়িকন্দ, গুটিকাকন্দ** বা **করম** (Corm) : **ওল** সর্ববৃহৎ মৃদগত পরিবর্তিত কাণ্ড এবং এটি গুঁড়িকন্দের উদাহরণ (চিত্র : 7.37)। **'ওলের মুখীগুলি অপত্য গুঁড়িকন্দ'**। এগুলি প্রকৃতপক্ষে মুকুল। মুকুলের উৎপত্তিস্থল হল **পর্ব**। দুটি পর্বের মধ্যবর্তী অংশ পর্বমধ্য, স্বভাবতই এখানেও **পর্বমধ্য** বর্তমান। পর্ব থেকে সময়বিশেষে **শল্কপত্র** জন্মায়। পরিবর্তিত গুঁড়িকন্দের বিভিন্ন স্থান থেকে **অস্থানিক মূল** উৎপন্ন হয়। গুঁড়িকন্দ খাদ্যসঞ্চয় করে স্থূল হয় এবং সাধারণত মাটির মধ্যে থেকে খাড়াভাবে উপরের দিকে বাড়ে।

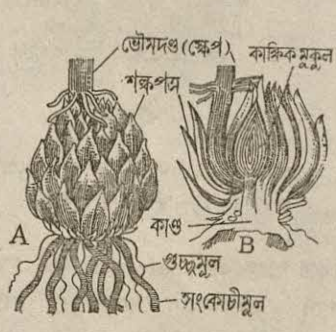
(4) **কন্দ বা বালব (Bulb)** : কন্দ **সবচেয়ে ছোট** পরিবর্তিত মৃদগত কাণ্ড। **পেঁয়াজ** কন্দের প্রকৃষ্ট উদাহরণ। অন্যান্য মৃদগত কাণ্ডের মতো পেঁয়াজের কাণ্ডে খাদ্য সঞ্চিত হয় না। কাণ্ডটি সঙ্কুচিত হয়ে ক্ষুদ্রাকার উত্তল অর্ধচন্দ্রাকার চাকতির আকার লাভ করে এবং স্বভাবতই সেখানে **পর্ব ও পর্বমধ্য** অস্পষ্ট থেকে যায়। পর্ব থেকে উৎপন্ন **শল্কপত্রগুলিতে খাদ্য সঞ্চিত হয় বলে সেগুলিকে রসাল শল্কপত্র** (fleshy scale leaf) বলে। শল্কপত্র একের পর এক কাণ্ডকে বেষ্টন করে থাকে। শল্কপত্রগুলির কক্ষ থেকে যথারীতি **কাক্ষিক মুকুল** জন্মায়। মুকুলগুলি অপত্য কন্দে রূপান্তরিত হয়। সঙ্কুচিত কাণ্ডের নিম্নাংশ থেকে **অস্থানিক মূল** (গুচ্ছমূল) উৎপন্ন হয়। অগ্রমুকুল অনুকূল পরিবেশে বায়বীয় বিটপ গঠন করে। কন্দ দু'প্রকার :

(i) **বেষ্টিত কন্দ** বা **টিউনিকেটেড বালব** (Tunicated bulb) : শল্কপত্রগুলি পর্যায়ক্রমে একটি অপরটিকে বেষ্টন করে এবং একটি শুষ্ক ঝিল্লী (tunic) শল্কপত্রগুলিকে সম্পূর্ণভাবে ঢেকে রাখে, উদাহরণ—**পেঁয়াজ** (চিত্র : 7.36 ও 7.38), **রসুন**।

(ii) **শল্কিত কন্দ** বা **স্কেলি বাল্ব** (Scaly bulb) : শল্কিত কন্দের শল্কপত্র-



চিত্র : 7.38 A—বেষ্টিত কন্দ (পেঁয়াজ)
B—ঐ দীর্ঘচ্ছেদ



চিত্র : 7.39 A—শল্কিত কন্দ (লিলি)
B—ঐ দীর্ঘচ্ছেদ

গুলি অনিয়মিত ও আংশিকভাবে কাণ্ডকে বেষ্টন করে থাকে এবং এদের বাইরে কোন সাধারণ শুষ্ক ঝিল্লী থাকে না। উদাহরণ—**লিলি** (চিত্র : 7.39)।

মৃদগত পরিবর্তিত কাণ্ডের কাজ (Functions of underground modified stem) :

(1) **খাদ্য সঞ্চয়** (Food storage) : যেমন—**আদা, হলুদ, আলু, ওল** ইত্যাদি।

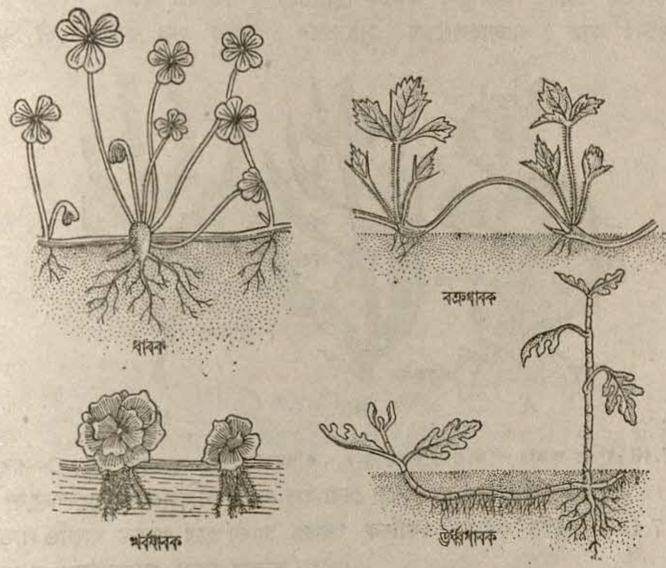
(2) **অঙ্গজ জনন** (Vegetative reproduction) বা মুকুলের সাহায্যে বংশবিস্তার : যেমন—**আলু, ওল** ইত্যাদি।

(3) **প্রতিকূলজীবিতা** (Perennation) অর্থাৎ প্রতিকূল অবস্থাতেও জীবিত থাকার ক্ষমতা : যেমন—**আদা, হলুদ, মানকচু** ইত্যাদি।

[B] **অর্ধ-বায়বীয় পরিবর্তিত কাণ্ড (Sub-aerial modified stem)** : প্রধানত অঙ্গজ জননের সুবিধার জন্য কতকগুলি কাণ্ড ভূমি-সংলগ্ন অবস্থায় থেকে মাটির সমান্তরালে বৃদ্ধি পায়। এদের অর্ধ-বায়বীয়

কাণ্ড বলে। সাধারণত কাক্ষিকমুকুল পরিবর্তিত হয়ে অর্ধ-বায়বীয় কাণ্ডের উৎপত্তি হয়ে। অর্ধ বায়বীয় কাণ্ড চার প্রকার : (চিত্র : 7.40) :

1. **ধাবক বা রানার (Runner) : আমরুল, শুষণী** প্রভৃতি গাছের সরু, লম্বা পর্বমধ্যযুক্ত শাখাগুলিকে **ধাবক** বা **রানার** বলে। কিছুদূর অগ্রসর হবার পর ধাবকের আগায় প্রথমে অস্থানিক



চিত্র : 7.40 বিভিন্ন প্রকার অর্ধ-বায়বীয় পরিবর্তিত কাণ্ড

মূল ও পরে পত্রসম্বলিত বায়ব-বিটপ জন্মায়। পাতার কক্ষ থেকে উৎপন্ন শাখা একই পদ্ধতিতে জনিতৃ উদ্ভিদের চারদিকে বিস্তৃত হয়। বিচ্ছিন্ন হবার পর ঐ শাখাগুলিই নতুনভাবে জীবন শুরু করে।

2. **তোরনধাবক** বা **বক্রধাবক** বা **স্টোলন** (Stolon) : **থানকুনি, মেস্থা** প্রভৃতি গাছে ধনুকের মতো বাঁকা পর্বমধ্যকে **বক্রধাবক** বা **তোরন ধাবক** বা **স্টোলন** বলে।

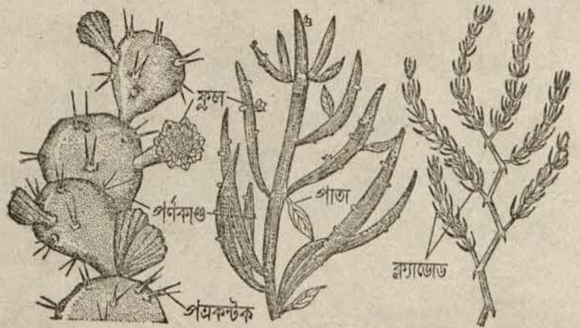
3. **প্ররোহ** বা **খর্বধাবক** বা **অফসেট** (Offset) : **কচুরীপানা, বড়পানা** প্রভৃতি গাছের হ্রস্ব ও স্থূল পর্বমধ্যযুক্ত শাখাকে **প্ররোহ** বা **হ্রস্ব ধাবক** বা **অফসেট** বলে।

4. **ঊর্ধ্বধাবক** বা **সাকার** (Sucker) : **চন্দ্রমল্লিকা, পুদিনা** প্রভৃতি গাছের মৃৎগত কাণ্ডের কাক্ষিক মুকুল থেকে উৎপন্ন কতকগুলি শাখা মাটির সমান্তরালভাবে কিছুদূর অগ্রসর হবার পর মাটি ভেদ করে উপরে ওঠে এবং শাখার নিম্নাংশে অস্থানিক মূল সৃষ্টি করে। বিচ্ছিন্ন হবার পর ঐ শাখাই নতুন গাছের জন্ম দেয়। এই বিশেষ শাখাগুলিকে **ঊর্ধ্বধাবক** বা **সাকার** বলে।

7.19. বায়বীয় রূপান্তরিত কাণ্ড বা মেটামরফসড্ স্টেম [Aerial modified stem or Metamorphosed stem]

বিশেষ বিশেষ কাজ করার তাগিদে অনেক সময় বিভিন্ন উদ্ভিদঅঙ্গের অস্বাভাবিক পরিবর্তন ঘটে। ফলে ঐ সব উদ্ভিদ-অঙ্গের আকৃতি এত পাল্টে যায় যে, কেবলমাত্র আকৃতি দেখে তাদের সনাক্ত করা সম্ভব হয় না। অঙ্গের এরূপ অস্বাভাবিক পরিবর্তনের নাম **রূপান্তর** (Metamorphosis)। রূপান্তরিত হলেও সংশ্লিষ্ট অঙ্গের অভ্যন্তরীণ গঠন, উৎপত্তিস্থল ও অবস্থানগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি পুরোপুরি বজায় থাকে। কাণ্ড ঐভাবে রূপান্তরিত হলে তাকে **রূপান্তরিত কাণ্ড** বা **মেটামরফসড্ স্টেম** বলে। পরপৃষ্ঠায় কয়েকটি রূপান্তরিত কাণ্ডের উল্লেখ করা হল।

(1) **পর্ণকাণ্ড** বা **ফাইলোক্ল্যাড্** এবং **ক্ল্যাডোড** (Phylloclade and cladode) : শুষ্ক অঞ্চলের উদ্ভিদ* স্বভাবতই প্রয়োজনের তুলনায় খুব অল্প পরিমাণে জল সংগ্রহ করতে পারে। বাষ্পমোচনের মাধ্যমে কষ্টার্জিত জল যাতে অধিক পরিমাণে পরিত্যক্ত না হয় সেজন্য এদের পাতাগুলি কণ্টকে (spine) রূপান্তরিত হয়। এদিকে পাতার খাদ্যোৎপাদনের কাজ (সালোকসংশ্লেষ) সুষ্ঠুভাবে চালাবার জন্য কাণ্ড নিজেই চ্যাপ্টা ও



চিত্র : 7.40 বিভিন্ন প্রকার পর্ণকাণ্ড ও ক্ল্যাডোড A—ফণিমনসা ; B—মুলেনবেকিয়া ; C—শতমূলী

বিস্তৃত হয়। এই অবস্থায় কাণ্ডকে কাণ্ড বলে চেনা যায় না। **ফণিমনসা, মুলেনবেকিয়া** (চিত্র : 7.40) প্রভৃতি কাণ্ডের একাধিক পর্বমধ্য চ্যাপ্টা হয়ে পাতার আকৃতি লাভ করে এবং পাতার মতো সালোকসংশ্লেষ চালায়। **একাধিক পর্বমধ্যযুক্ত** এই ধরনের রূপান্তরিত কাণ্ডকে **পর্ণকাণ্ড** বা **ফাইলো-ক্ল্যাড** বলে। **এক পর্বমধ্যযুক্ত** শতমূলীর রূপান্তরিত কাণ্ডকে **ক্ল্যাডোড** বলে।



চিত্র : 7.41 বিভিন্ন প্রকার শাখাকণ্টক ;
A—বেল ; B—কুলেখাঁড়া ; C—প্রুনস ; D—বৈঁচি

(2) **শাখাকণ্টক** বা **থর্ন** (Thorn) : আত্মরক্ষার জন্য **দুরন্ত** (চিত্র : 7.28A), **বৈঁচি, বেল** (চিত্র : 7.41A), **কুলেখাঁড়া** (চিত্র : 7.41B) বা **ময়না** গাছের কতকগুলি শাখা বা কাক্ষিকমুকুল অস্বাভাবিকভাবে পরিবর্তিত হয়ে **শাখাকণ্টক** বা **থর্ন**-এ পরিণত হয়। শাখাকণ্টকের আগা ক্রমশ সরু। শাখাকণ্টক **সরল** (যেমন—**দুরন্ত**) বা **শাখায়িত** [যেমন—**বৈঁচি** (চিত্র : 7.41D)]। শাখার মতোই এদেরও উৎপত্তি বহির্জনিষ্ণু। শাখাকণ্টক কখনও কখনও **পাতা** [যেমন—**দুরন্ত** চিত্র : (7.28A)] এবং **ফুল** [যেমন—**প্রুনস** (চিত্র : 7.41C)] ধারণ ক'রে তাদের কাণ্ড-চরিত্র প্রকাশ করে।

* জাঙ্গল উদ্ভিদ (Xerophyte)

(3) **কাণ্ড-আকর্ষ** বা **স্টেম টেনড্রিল** (Stem-tendril)ঃ রোহিণীকে আরোহণে সাহায্য করার জন্য মুকুল **কাণ্ড-আকর্ষ** বা **স্টেম টেনড্রিলে** রূপান্তরিত হয়। **ঝুমকোলতার** কাক্ষিক মুকুল (axillary bud) [চিত্র ঃ 7.32(1)], **হাড়জোড়ার** অগ্রমুকুল (apical bud) (চিত্র ঃ 7.42), **শিবকুল** ও **অনন্তলতার** [চিত্র ঃ 7.32(6)] পুষ্পমঞ্জরীদণ্ড (inflorescence) আকর্ষে রূপান্তরিত হয়।



চিত্র : 7.42 কাণ্ডআকর্ষ (হাড়জোড়া)

(4) **পুষ্পাক্ষ** বা **থ্যালামাস** (Thalamus)ঃ সন্দেহাতীতভাবে প্রমাণিত হয়েছে যে ফুলের বৃতি, দল, পুংকেশর ও গর্ভকেশর প্রভৃতি স্তবকগুলি* (পুষ্পপত্র) প্রকৃতপক্ষে রূপান্তরিত পাতা। সুতরাং পুষ্পপত্র বহনকারী পুষ্পাক্ষ বা থ্যালামাস রূপান্তরিত কাণ্ড ছাড়া কিছুই নয়।

(4) **বালবিল** (Bulbil)ঃ খাদ্য সঞ্চয়ের ফলে **খামালু** (চিত্র ঃ 7.43) গাছের কাক্ষিক মুকুল এবং **গ্লোব্বার** পুষ্পমুকুল স্ফীত ও গোলাকার



চিত্র : 7.43 খামালুর বালবিল



চিত্র : 7.44 কৃত্রিম কন্দ (বালবোফাইলম)

হয়। এই ধরনের রূপান্তরিত কাণ্ডকে **বালবিল** বলে। পরিণত অবস্থায় বালবিল মাটিতে খসে পড়ে এবং অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন গাছের জন্ম দেয়।

(5) **কৃত্রিম কন্দ** বা **সিউডোবালব** (Pseudobulb)ঃ কোন কোন অর্কিড [যেমন—**বালবোফাইলম** (চিত্র ঃ 7.44)] ভবিষ্যতে প্রতিকূল ঋতুতে ব্যবহারের জন্য একটিমাত্র পর্বমধ্যযুক্ত কাণ্ডে জলসঞ্চয় করে স্ফীত কন্দাকৃতি হয়। এরূপ রূপান্তরিত এবং স্ফীত কন্দাকৃতি কাণ্ডকে **কৃত্রিম কন্দ** বা **সিউডোবালব** বলে।

* এই স্তবকগুলিকে পুষ্পপত্র (Floral leaves) বলা হয়।

7.20. নীচে বিভিন্ন প্রকার মৃদ্গত পরিবর্তিত কাণ্ডের তুলনা দেখান হল :

গ্রন্থিকাণ্ড (Rhizome)	স্ফীত কন্দ (Tuber)	গুঁড়ি কন্দ (Corm)	কন্দ (Bulb)
(1) মাটির নীচে সাধারণত অনুভূমিক ভাবে বৃদ্ধি পায়।	(1) মাটির নীচে অনুভূমিকভাবে অবস্থান করে।	(1) মাটির নীচে লম্বভাবে বৃদ্ধি পায়।	(1) মাটির নীচে লম্বভাবে বৃদ্ধি পায়।
(2) কাণ্ডের মৃদ্গত অংশের সমস্তটাই পরিবর্তিত হয়ে লম্বা ও স্থূল হয়।	(2) কাণ্ডের মৃদ্গত শাখার আগার কিছু অংশ পরিবর্তিত হয়ে স্থূল হয়।	(2) কাণ্ডের মৃদ্গত অংশের সমস্তটাই পরিবর্তিত হয়ে গোলাকার হয়। মৃদ্গত কাণ্ডের মধ্যে এটি সবচেয়ে বড়।	(2) কাণ্ডের সমস্তটাই মৃদ্গত অংশ এবং সেটি পরিবর্তিত হয়ে চাকতির আকার ধারণ করে। মৃদ্গত কাণ্ডের মধ্যে এটিই সবচেয়ে ছোট।
(3) পর্ব ও পর্বমধ্য অনেক—পর্ব থেকে শল্কপত্র এবং শল্কপত্রের কক্ষ থেকে কাক্ষিক মুকুল উৎপন্ন হয়। পর্ব ও পর্বমধ্য সহজে পৃথক করা যায়।	(3) গ্রন্থিকাণ্ডের মতো—তবে পর্ব ও পর্বমধ্য সহজে পৃথক করা যায় না। 'চোখ' গুলি প্রকৃতপক্ষে মুকুল।	(3) পর্বমধ্য এক বা একাধিক—তবে সেগুলি সহজে চেনা যায় না। পর্ব থেকে অসংখ্য অস্থানিক মূল নির্গত হয়। 'মুখী'গুলি প্রকৃতপক্ষে মুকুল।	(3) পর্ব ও পর্বমধ্য অনেক—এগুলিকে সহজে পৃথক করা যায় না। শল্কপত্রের কক্ষে মুকুল জন্মায়।
(4) পরিবর্তিত কাণ্ডে খাদ্য সঞ্চিত হয়।	(4) গ্রন্থিকাণ্ডের মতো।	(4) গ্রন্থিকাণ্ডের মতো।	(4) পরিবর্তিত কাণ্ডে খাদ্য সঞ্চিত হয় না—খাদ্য শল্কপত্রে সঞ্চিত হয়।
উদাহরণ—**আদা, হলুদ**।	উদাহরণ—**আলু**।	উদাহরণ—**ওল**।	উদাহরণ—**পেঁয়াজ**।

7.21. স্টেম-টিউবার ও রুট-টিউবারের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য (Similarity and dissimilarity between Stem-tuber and Root-tuber)

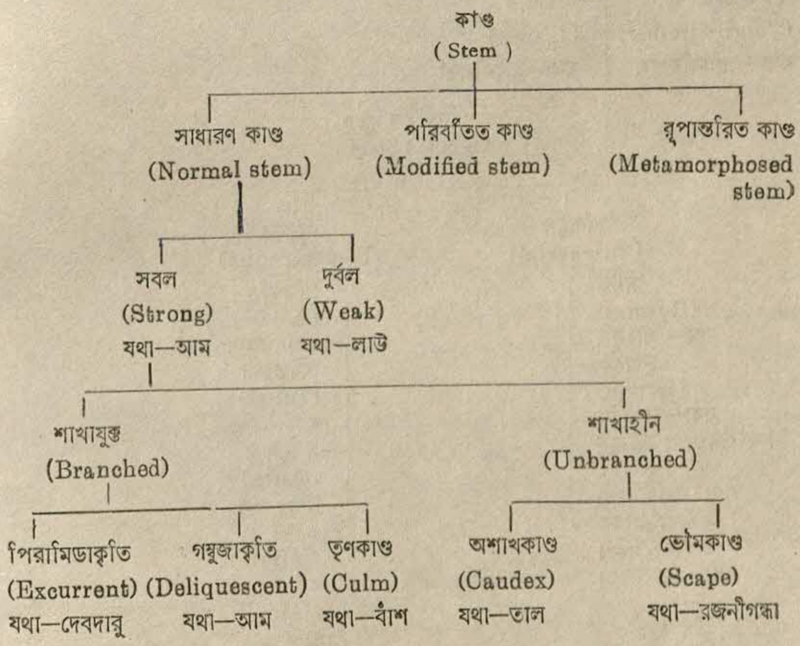
স্টেম-টিউবার ও রুট-টিউবারের উদাহরণ যথাক্রমে আলু ও রাঙাআলু। উভয় প্রকার টিউবারই মাটির মধ্যে বাড়ে। এদের প্রকৃতিও এক বলে মনে হয়। উভয়ের এমন কতকগুলি সাধারণ বৈশিষ্ট্য আছে যা দেখে এগুলি উদ্ভিদের কোন্ অঙ্গ তা বোঝা মুস্কিল। নীচের বৈশিষ্ট্যগুলি দেখে উভয়কেই মূল বলে মনে হয়।

(1) স্টেম-টিউবার ও রুট-টিউবার উভয়েই মৃদ্গত অঙ্গ।
(2) উভয়েই কাণ্ডের কোন না কোন অংশ থেকে বৃদ্ধি পায়।
(3) উভয় টিউবারই মূল উৎপাদন করে।
(4) উভয়েই অঙ্গজ জননে সাহায্যকারী মুকুল উৎপাদন করে।

উপরের সাদৃশ্যগুলি থাকা সত্ত্বেও এরা প্রত্যেকে এমন কতকগুলি নিজস্ব চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে, যা থেকে সিদ্ধান্ত নেওয়া যায় স্টেমটিউবার ও রুট-টিউবার সম্পূর্ণ দুটি পৃথক অঙ্গ। এদের বৈসাদৃশ্য প্রকাশ-কারী বৈশিষ্ট্যগুলি নীচের তালিকায় দেখান হল। এগুলি দেখে স্টেম-টিউবারকে রুট-টিউবার থেকে সহজেই পৃথক করা যায়।

স্টেম-টিউবার	রুট-টিউবার
(1) মাটির মধ্যে বর্ধিত কাণ্ডের শাখা থেকে স্টেম-টিউবার গঠিত হয়।	(1) ব্রততীর (creeper) গড়ানো কাণ্ডের নিম্নাংশ থেকে উৎপন্ন অস্থানিক মূল পরিবর্তিত হয়ে রুট-টিউবার গঠন করে।
(2) স্টেম-টিউবার পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত।	(2) রুট-টিউবারে পর্ব ও পর্বমধ্য থাকে না।
(3) মূলত্র থাকে না।	(3) অপরিণত দশায় রুট-টিউবারের আগায় মূলত্র থাকে।
(4) মুকুল সাধারণত স্থানিক।	(4) মুকুল অস্থানিক।
(5) অন্তর্গঠন কাণ্ডের অনুরূপ।	(5) অন্তর্গঠন মূলের অনুরূপ।

7.22. কাণ্ডের শ্রেণীবিভাগের ছক [Table showing the classification of stem]



দুর্বল কাণ্ড
[Weak stem]

- ব্রততী (Creeper) যথা—দুর্বাঘাস
- রোহিণী (Climber)
  - বল্লী (Stem-climber or Twiner)
    - দক্ষিণাবর্ত (Dextrorse) যথা—সীম, খামালু
    - বামাবর্ত (Sinistrorse) যথা—অপরাজিতা, তরুলতা
  - মূল-রোহিণী (Root-climber) যথা—গজপিপুল
  - কণ্টক-রোহিণী (Thorn-climber) যথা—বাগানবিলাস
  - আকর্ষ-রোহিণী (Tendril climber) যথা—ঝুমকোলতা, জংলীমটর
  - লায়ানাস (Lianas) যথা—মাধবীলতা
  - অঙ্কুশ-রোহিণী (Hook-climber) যথা—কাঁঠালিচাঁপা

পরিবর্তিত কাণ্ড
[Modified Stem]

- অর্ধবায়ব (Sub-aerial)
  - ধাবক—(Runner) যথা—আমরুল
  - বক্রধাবক—(Stolon) যথা—থানকুনি
  - হ্রস্ব-ধাবক বা প্ররোহ—(Offset) যথা—কচুরীপানা
  - ঊর্ধ্ব-ধাবক—(Sucker) যথা—চন্দ্রমল্লিকা
- মৃদগত (Underground)
  - গ্রন্থিকাণ্ড (Rhizome) যথা—আদা
  - স্ফীতকন্দ (Tuber) যথা—আলু
  - গুঁড়িকন্দ (Corm) যথা—ওল
  - কন্দ (Bulb)
    - বেষ্টিত (Tunicated) যথা—পেঁয়াজ
    - শল্কিত (Scaly) যথা—লিলি

বায়বীয় রূপান্তরিত কাণ্ড
[Metamorphored Stem]

- পর্ণকাণ্ড এবং ক্ল্যাডোড (Phylloclade) (Cladode) যথা—ফণিমনসা যথা—শতমূলী
- শাখাকণ্টক (Thorn) যথা—দুরন্ত
- কাণ্ড-আকর্ষ (Stem-tendril) যথা—ঝুমকোলতা
- থ্যালামাস (Thalamus)
- বালবিল (Bulbil) যথা—খামালু
- কৃত্রিম কন্দ (Pseudo bulb) যথা—বালবোফাইলম

পাতা
[Leaf]

7.23. সূচনা [Introduction]

ফুল ফোটার আগে সম্ভবত পাতাই উদ্ভিদের সর্বাপেক্ষা দৃষ্টি-আকর্ষী অঙ্গ। মাঠ, বন, গভীর অরণ্য—যে দিকেই দৃষ্টি যাক না কেন, সর্বত্রই সবুজ আর সবুজ। উদ্ভিদ-অঙ্গে পাতার সমারোহ এবং সর্বোপরি তাতে ক্লোরোফিলের প্রাচুর্যই পাতার শ্যামলিমার রহস্য। ক্লোরোফিলের সাহায্যে সবুজ উদ্ভিদ প্রধানত পাতায় শর্করা খাদ্য উৎপাদন করে। প্রকৃতপক্ষে **পাতাই উদ্ভিদের রান্নাঘর**। তাই উদ্ভিদজীবনে পাতার গুরুত্ব অপরিসীম।

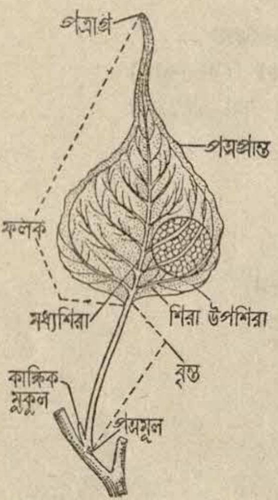
পাতা **কাণ্ডের অসদৃশ** (dissimilar) **চ্যাপ্টা পার্শ্বজ অঙ্গ**। কাণ্ড বা শাখা-প্রশাখার পর্ব থেকে পাতা উৎপন্ন হয়। পাতার কক্ষ থেকে কাক্ষিক মুকুল জন্মায়। সাধারণত পাতার আকৃতি চ্যাপ্টা, রং সবুজ এবং বৃদ্ধি নির্দিষ্ট।

7.24. পাতার বিভিন্ন অংশ [Different parts of a Leaf]

একটি আদর্শ পাতা সাধারণত তিনটি অংশে বিভক্ত : **পত্রমূল, বৃন্ত ও ফলক**।

(1) **পত্রমূল** বা **হাইপোপোডিয়ম** (Leaf base or Hypopodium) : পাতা যে অংশে কাণ্ডের সঙ্গে যুক্ত থাকে সেই অংশটি হল পত্রমূল। অধিকাংশ পাতার

পত্রমূল* সংক্ষিপ্ত ও অস্পষ্ট। কোন কোন পাতার পত্রমূলে পার্শ্বজ উপবৃদ্ধি থাকে। এই উপবৃদ্ধিকে **উপপত্র**† বা **স্টিপিউল** (Stipule) বলে।



চিত্র : 7.45 পাতার বিভিন্ন অংশ

(2) **পত্রবৃন্ত** বা **মেসোপোডিয়ম** (Petiole or Leaf-stalk or Mesopodium) : পত্রমূল ও উপরের বিস্তৃত চ্যাপ্টা ফলকের মধ্যে সংযোগরক্ষাকারী সাধারণত দণ্ডাকার অংশটিকে পত্রবৃন্ত বলে। পত্রবৃন্ত ফলকের ভার বহন করে এবং ফলককে সূর্যালোক শোষণ করার মতো উপযুক্ত অবস্থায় মেলে ধরে। বৃন্ত থাকলে পাতা **সবৃন্তক** বা **পিটিওলেট** (Petiolate) এবং বৃন্ত না থাকলে পাতা **অবৃন্তক** বা **সেসাইল** (sessile)।

বিশেষ কাজে লিপ্ত থাকার জন্য বৃন্ত কোন কোন ক্ষেত্রে পরিবর্তিত হয়। যেমন—(i) লেবুর বৃন্ত পাতার মতো। একে সপক্ষবৃন্ত বা **পক্ষলবৃন্ত** (winged petiole) বলে। এটি ফলকের মতো কাজ করে।

(ii) কচুরীপানার বৃন্ত ফোলা স্পঞ্জের মতো। একে **স্ফীতবৃন্ত** (swollen petiole) বলে। জলে ভেসে থাকার জন্য এগুলির কোষে প্রচুর বাতাস ভরা থাকে।

(iii) আকাশমণি গাছের ফলক পরিণত হবার আগেই ঝড়ে পড়ে। তাই বৃন্ত প্রসারিত হয়ে ফলকের আকার ধারণ করে এবং ফলকের কাজ চালিয়ে যায়। একে **পর্ণবৃন্ত** বা **ফাইলোড** (phyllode) বলে।

(iv) ছাগলবটির বৃন্ত আকর্ষে রূপান্তরিত হয়ে আশ্রয়কে জড়িয়ে ধরে। একে **আকর্ষীভূত বৃন্ত** (Tendrillar petiole) বলে।

(3) **ফলক** বা **এপিপোডিয়ম** (Lamina or Leaf-blade or Epipodium) : পত্রবৃন্তের উপরের পাতার সর্বাপেক্ষা উল্লেখযোগ্য চ্যাপ্টা বিস্তৃত অংশকে ফলক বলা হয়। ফলকের আকৃতি নানারূপ (চিত্র : 7.53)। ফলকের অগ্রভাগ **পত্রাগ্র** (leaf-apex) ও দুইপ্রান্ত **পত্রপ্রান্ত** (leaf-margin) (চিত্র : 7.54)। ফলকের মাঝ বরাবর যে স্থূল শিরা থাকে তাকে **মধ্যশিরা** (midrib) এবং মধ্যশিরার দু'পাশে বিন্যস্ত বলিষ্ঠ শাখাগুলিকে **শিরা** (vein) বলে। শিরা থেকে উৎপন্ন শাখা-প্রশাখাগুলিকে **উপশিরা** (veinlet) বলে। শিরা ক্রমাগত বিভক্ত

---

* আম, অপরাজিতা, লজ্জাবতী গাছের পত্রমূল স্ফীত—এই পত্রমূলকে **উপাধান পত্রমূল** বা **পালভিনস** (pulvinus) বলে। কলা, ঘাস প্রভৃতির পত্রমূল প্রসারিত হয়ে কাণ্ডকে সম্পূর্ণভাবে বেষ্টন করে থাকে। তাকে **কাণ্ডবেষ্টক পত্রমূল** বা **সিদিং লিফবেস** (sheathing leaf-base) বলে।

† উপপত্রযুক্ত পাতাকে **সোপপত্রিক** বা **স্টিপিউলেট** (stipulate) এবং উপপত্রবিহীন পাতাকে **অনুপপত্রীক এক্স-স্টিপিউলেট** (Exstipulate) পাতা বলে।

উপপত্র নানাপ্রকারের যেমন—**মুক্তপার্শ্বীয়** (Free lateral)—পত্রমূলের দু'পাশে অবস্থিত পরস্পর মুক্ত সূত্রাকার উপপত্র (জবা, ঢেঁড়স); **বৃন্তলগ্ন** (Adnate)—উপপত্রদ্বয়ের নিম্নাংশ বৃন্তের সঙ্গে সংযুক্ত (গোলাপ); **কাক্ষিক** (Intrapetiolar)—উপপত্রদ্বয় সংযুক্ত হয়ে পাতার কক্ষে অবস্থান করে (গন্ধরাজ); **বৃন্তমধ্যক** (Interpetiolar)—অভিমুখ পাতার দুই বৃন্তের মাঝে উভয়পার্শ্বে দুটি উপপত্র অবস্থান করে (রঙ্গন); **কাণ্ডবেষ্টক** (Ochreate or Ochrea)—কক্ষের উপরের দিকে উপপত্র দুটি জুড়ে গিয়ে নলাকার লাভ করে এবং কাণ্ডের কিছুটা অংশ সম্পূর্ণভাবে ঢেকে রাখে (**পান মরিচ**)।

হয়ে দ্বিবীজপত্রী পাতায় **জালিকা শিরাবিন্যাস** (Reticulate venation) এবং একবীজপত্রী পাতায় **সমান্তরাল শিরাবিন্যাস** (Parallel venation) গঠন করে।

7.25 শিরাবিন্যাস [Venation]

ফলকে শিরা থাকার জন্যেই পাতার দৃঢ়তা বজায় থাকে। শিরাগুলি প্রধানত ভ্যাস্কুলার টিস্যু বা সংবহন কলা দ্বারা গঠিত। মূল, কাণ্ড ও পাতার সংবহন কলা ক্রমান্বয়ে একে অন্যের সঙ্গে যুক্ত। এতে মূল দ্বারা শোষিত জল ও জলে দ্রব অজৈব লবণ ফলকের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে। এতে একদিকে যেমন দেহ পুষ্ট হয় অন্য দিকে তেমনি পাতা স্বচ্ছন্দে শর্করা উৎপাদনের কাজ চালিয়ে যেতে পারে। পাতায় উৎপন্ন খাদ্যও শিরা-উপশিরার মাধ্যমে দেহের সর্বত্র পরিবেশিত হয়। **ফলকে শিরা-উপশিরার বিন্যাস রীতিকে শিরাবিন্যাস বলে।**

শিরাবিন্যাস দু'প্রকার—**জালিকা** ও **সমান্তরাল** (চিত্র : 7.46)।

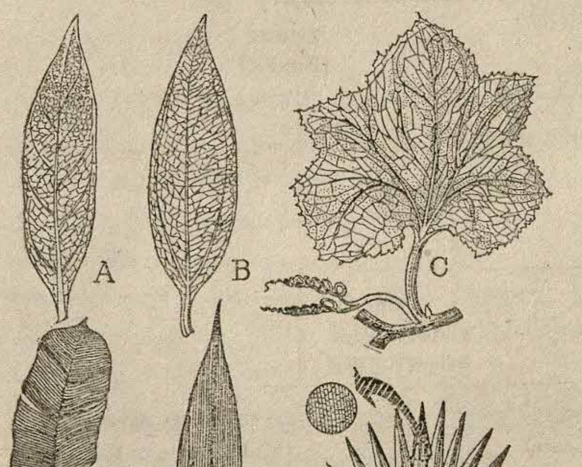
1. **জালিকা শিরাবিন্যাস** (Reticulate venation) : জালিকা বিন্যাসে শিরাগুলি ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে জালের মতো দেখায়। কিছুদিন মাটিতে চাপা থাকা একটি অশ্বত্থ পাতা (চিত্র : 7.45) উঠিয়ে আলোয় ধরলে জালিকা বিন্যাস সুস্পষ্টভাবে দেখা যায়। এটি দু'প্রকার—

(a) **একশিরাল বা পক্ষল জালিকা** (Unicostate or Pinnate reticulate) : অশ্বত্থ, আম, জাম, কাঁঠাল প্রভৃতি গাছের পাতায় ফলকের মাঝ বরাবর একটি **মধ্যশিরা** থাকে। মধ্যশিরার দু'পাশ থেকে বহু শিরার উদ্ভব হয়। জালিকা শিরাবিন্যাসে পাতায় একটি মধ্যশিরা থাকলে সেই শিরাবিন্যাসকে **একশিরাল** বা **পক্ষল জালিকা** বলে।

(b) **বহুশিরাল জালিকা** (Multicostate or Palmate reticulate) : মধ্যশিরার পরিবর্তে একই স্থান থেকে একাধিক স্থূল শিরার উদ্ভব হলে তাকে **বহুশিরাল** বা **করতলাকার জালিকা** বলে। এটি দু'প্রকার—

(i) **অভিসারী** বা **কনভারজেন্ট** (Convergent) : বহুশিরাল জালিকা বিন্যাসে স্থূল শিরাগুলি পত্রাগ্রে মিশে যায় বা মেশবার উপক্রম করে। এই ধরনের শিরাবিন্যাসকে **অভিসারী শিরাবিন্যাস** বলে, যেমন—তেজপাতা, কুলপাতা।

(ii) **অপসারী** বা **ডাইভারজেন্ট** (Divergent) : এক্ষেত্রে পাতায় স্থূল শিরাগুলি মিলিত না হয়ে ক্রমশ দূরে ছড়িয়ে পড়ে। ফলে এদের আদৌ মিলিত হবার সম্ভাবনা থাকে না। এই জাতীয় শিরাবিন্যাসকে **অপসারী শিরাবিন্যাস** বলে, যেমন—**লাউ, কুমড়ো, ঝিঙ্গে** ইত্যাদির পাতা।



চিত্র : 7.46 বিভিন্ন প্রকার শিরাবিন্যাস A—আমপাতা ; B—তেজপাতা C—কুমড়োপাতা ; D—কলাপাতা ; E—বাঁশপাতা ; F—তালপাতা

2. **সমান্তরাল শিরাবিন্যাস** (Parallel venation) : সমান্তরাল শিরাবিন্যাসে শিরা-উপশিরাগুলি জাল সৃষ্টি না করে সদাসর্বদা একে অন্যের সমান্তরালে বিন্যস্ত থাকে। এটিও নিম্নোক্ত দু'প্রকার—

(a) **একশিরাল সমান্তরাল** (Multicostate parallel) : রীতি ও নীতিগত ভাবে এখানেও একটি স্থূল মধ্যশিরা থাকে। মধ্যশিরার দু'পাশ থেকে নিয়মিতভাবে উৎপন্ন শিরাগুলিও পরস্পর সমান্তরালে বিন্যস্ত হয়। একশিরাল সমান্তরাল শিরাবিন্যাসের উদাহরণ—**কলাবতী, কলাপাতা** ইত্যাদি।

(b) **বহুশিরাল সমান্তরাল** (Multicostate parallel) : মধ্যশিরার পরিবর্তে একই স্থান থেকে একাধিক স্থূল শিরা উদ্ভব হলে এবং সেগুলি পরস্পর সমান্তরালে বিন্যস্ত থাকলে তাকে বহুশিরাল সমান্তরাল শিরাবিন্যাস বলে। এটি দু'প্রকার—

(i) **অভিসারী**—সমান্তরালে বিন্যস্ত থাকলেও স্থূল শিরাগুলি যখন পত্রাগ্রে মিশে যায় বা মেশবার উপক্রম করে তখন তাকে অভিসারী সমান্তরাল শিরাবিন্যাস বলে। যেমন—**বাঁশপাতা**।

(ii) **অপসারী**—এক্ষেত্রে স্থূল শিরাগুলি মিলিত না হয়ে ক্রমশ দূরে ছড়িয়ে যায়, ফলে এদের আদৌ মিলিত হবার সম্ভাবনা থাকে না। যেমন—**তালপাতা**।

নীচে শিরাবিন্যাসের ছক দেওয়া হল :—

শিরাবিন্যাস [Venation]

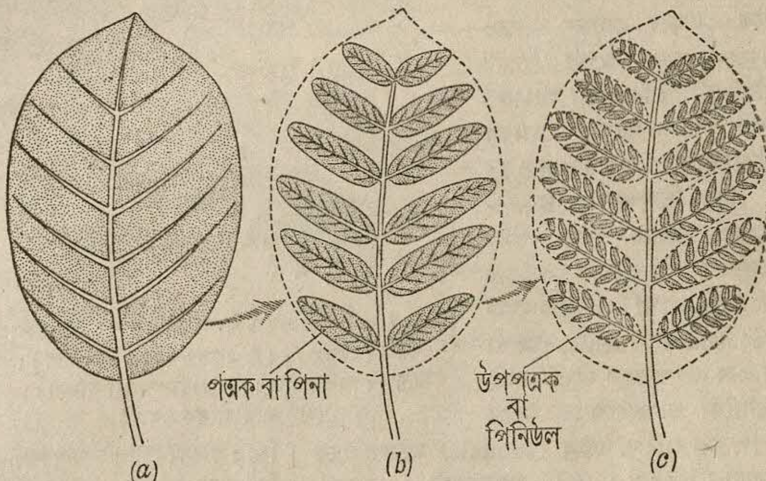
- জালিকা [Reticulate]
  - একশিরাল বা পক্ষল (Unicostate or Pinnate) যথা—আমপাতা
  - বহুশিরাল বা করতলাকার (Multicostate or Palmate)
    - অভিসারী (Convergent) যথা—তেজপাতা
    - অপসারী (Divergent) যথা—কুমড়োপাতা
- সমান্তরাল [Parallel]
  - একশিরাল বা পক্ষল (Unicostate or Pinnate) যথা—কলাপাতা
  - বহুশিরাল বা করতলাকার (Multicostate or Palmate)
    - অভিসারী (Convergent) যথা—বাঁশপাতা
    - অপসারী (Divergent) যথা—তালপাতা

7.26. এককপত্র ও যৌগিকপত্র [Simple and Compound leaves]

আম, জাম, কাঁঠাল প্রভৃতি পাতা অখণ্ড, অর্থাৎ এদের ফলকের কিনারা মোটেই কর্তিত নয়; আবার মূলা, সরিষা, চন্দ্রমল্লিকা, গাঁদা প্রভৃতি গাছের পাতার কিনারা আংশিকভাবে কর্তিত।

একটিমাত্র অখণ্ডফলক বা আংশিকভাবে কর্তিত ফলক দ্বারা গঠিত পাতাকে একক পত্র বলে।

পাতার ফলকের কিনারা সম্পূর্ণভাবে কর্তিত হয়ে মধ্যশিরা স্পর্শ করলে এবং ছোট ছোট পাতার আকৃতি বিশিষ্ট পত্রক (leaflet) বা পিনা



চিত্র : 7·47 এককপত্র (a) থেকে যৌগিক পত্রের (b ও c) উৎপত্তির চিত্ররূপ

(pinna) (চিত্র : 7.47) **গঠন করলে সেই পাতাকে যৌগিক পত্র বলে।** পত্রকগুলি বৃন্তের প্রলম্বিত অংশ অর্থাৎ **পত্রকঅক্ষ** বা **র‍্যাকিসের** (rachis) দু'পাশে (যেমন— তেঁতুল) অথবা দুপাশে ও অগ্রবিন্দুতে যুক্ত থাকলে (যেমন—গোলাপ) সেই পাতাকে **পক্ষল যৌগিকপত্র** (Pinnate compound leaf) বলে। পত্রকগুলি বৃন্তের আগায় একটি বিন্দুতে যুক্ত থাকলে (যেমন—ছাতিম) তাকে **করতলাকার যৌগিকপত্র** (Palmate compound leaf) বলে। উদ্ভিদ বিজ্ঞানীদের মতে বিভিন্নপ্রকার খণ্ডন-পদ্ধতির মাধ্যমে বিবর্তিত হয়ে এককপত্র যৌগিকপত্রে পরিণত হয়েছে।

7.27. বিভিন্নপ্রকার পক্ষল ও করতলাকার যৌগিকপত্র [Different types of Pinnate and Palmate compound leaves]

আগেই বলা হয়েছে যৌগিকপত্র প্রধানত দু'প্রকার—(1) **পক্ষল যৌগিক পত্র** এবং (2) **করতলাকার যৌগিকপত্র**।

(1) **পক্ষল যৌগিকপত্র** (Pinnate compound leaf) (চিত্র : 7.48) : এটিও বিভিন্ন প্রকার, যেমন—

(a) **একপক্ষল** (Unipinnate) : এখানে পত্রকগুলি পত্রক-অক্ষের (rachis) দু'পাশে পাখীর পালকের মতো সাজানো থাকে। একপক্ষল যৌগিকপত্রও দু'প্রকার। যেমন—

(i) **অচূড় পক্ষল** (Paripinnate)—এক্ষেত্রে পত্রক পক্ষে জোড়ায় জোড়ায় (জোড় সংখ্যক) পত্রক থাকে কিন্তু পত্রক-অক্ষের আগায় পত্রক থাকে না। উদাহরণ—**তেঁতুল** [চিত্র : 7.48(1)]।

(ii) **সচূড় পক্ষল** (Imparipinnate)—এক্ষেত্রে নীচের দিকে জোড়ায় জোড়ায় পত্রক থাকলেও পত্রক অক্ষের আগায় অতিরিক্ত (বিজোড় সংখ্যক) একটি পত্রক থাকে। উদাহরণ—**গোলাপ** [চিত্র : 7.48(2)]।



চিত্র : 7.48 বিভিন্ন প্রকার পক্ষল যৌগিক পত্র (i) একপক্ষল অচূড় (তেঁতুল) ; (2) একপক্ষল সচূড় (গোলাপ) ; (3) দ্বিপক্ষল (বাবলা) ; (4) ত্রিপক্ষল (সজিনা) ; (5) অতিযৌগিক (ধনে)

(b) **দ্বিপক্ষল** (Bipinnate) : এখানে প্রধান পত্রক-অক্ষের দু'পাশ থেকে জোড়ায় জোড়ায় **শাখা পত্রক অক্ষ** (Secondary rachis) উৎপন্ন হয় এবং একপক্ষলের মতো একই পদ্ধতিতে শাখা-অক্ষের উপরে **উপপত্রক** বা **পিনিউল** (Pinnule) সজ্জিত থাকে [চিত্র : 7.47(c)]। উদাহরণ—**বাবলা** [চিত্র : 7.48(3)], **লজ্জাবতী**।

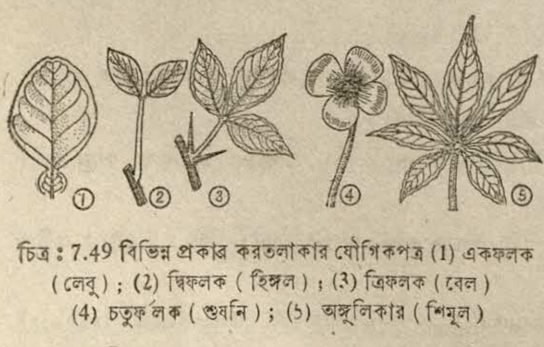
(c) **ত্রিপক্ষল** (Tripinnate) : এখানে প্রধান পত্রক অক্ষ থেকে প্রথমে জোড়ায় জোড়ায় শাখা পত্রক-অক্ষ এবং পরে শাখা পত্রক-অক্ষ থেকে প্রশাখা পত্রক-অক্ষ (tertiary rachis) উৎপন্ন হয় এবং প্রশাখা পত্রক-অক্ষের উপরে উপপত্রকগুলি সজ্জিত থাকে। উদাহরণ—**সজিনা** [চিত্র : 7.48(4)]।

(d) **অতিযৌগিক** বা **বহুযৌগিক** (Decompound) : এখানে পত্রক-অক্ষ বহুবার শাখাপ্রশাখায় বিভক্ত হয়ে পত্রক ধারণ করে। উদাহরণ—**ধনে** [চিত্র : 7.48(5)], **মৌরী**।

(2) **করতলাকার যৌগিকপত্র** (Palmate compound leaf) (চিত্র : 7.49) : পত্রকের সংখ্যা অনুসারে এটিও বিভিন্ন প্রকার, যেমন—

(a) **একফলক** (Unifoliate) : পত্রক-অক্ষের আগায় একটিমাত্র পত্রক থাকে। উদাহরণ—**লেবু**।

(b) **দ্বিফলক** (Bifoliate) : পত্রক অক্ষের আগায় দুটি পত্রক থাকে। উদাহরণ—**হিঙ্গল**।



চিত্র : 7.49 বিভিন্ন প্রকার করতলাকার যৌগিকপত্র (1) একফলক (লেবু) ; (2) দ্বিফলক (হিঙ্গল) ; (3) ত্রিফলক (বেল) (4) চতুর্ফলক (শুষনি) ; (5) অঙ্গুলিকার (শিমূল)

(c) **ত্রিফলক** (Trifoliate) : পত্রক-অক্ষের আগায় তিনটিমাত্র পত্রক থাকে। উদাহরণ—**বেল, আমরুল**।

(d) **চতুর্ফলক** (Quadrifoliate)ঃ পত্রক-অক্ষের আগায় চারটি পত্রক থাকে। উদাহরণ—**শুষনি**।

(e) **অঙ্গুলাকার** (Digitate)ঃ পত্রক-অক্ষের আগায় চারের বেশী সংখ্যক পত্রক যুক্ত থাকে। উদাহরণ—**শিমূল**।

7.28. একপত্র ও যৌগিকপত্রের পার্থক্য [Differences between simple and compound leaves]

একপত্র	যৌগিকপত্র
(1) অখণ্ড বা আংশিকভাবে খণ্ডিত একটিমাত্র ফলক দ্বারা একপত্র গঠিত।	(1) পাতার ফলক সম্পূর্ণভাবে কর্তিত হয়ে পত্রক গঠন করে। পত্রকগুলি অক্ষের দু'পাশে, সময়বিশেষে আগাতেও যুক্ত থাকে। অর্থাৎ একাধিক পত্রক দ্বারা যৌগিকপত্র গঠিত।
(2) প্রতিটি একপত্রের কক্ষে কাক্ষিক মুকুল থাকে।	(2) যৌগিক পত্রের কক্ষে কাক্ষিক মুকুল থাকলেও পত্রকের পক্ষে কখনই মুকুল থাকে না।
(3) একপত্রের মূলে উপপত্র থাকতে পারে।	(3) পত্রকমূলে কখনই উপপত্র থাকে না, তবে যৌগিকপত্রের মূলে উপপত্র থাকতে পারে।
(4) যে অক্ষে একপত্র বিন্যস্ত থাকে, তার আগায় শীর্ষমুকুল থাকে। **উদাহরণ ঃ** আম, জাম, কাঁঠাল, জবা, ডালিয়া প্রভৃতি গাছের পাতা একপত্র।	(4) পত্রক অক্ষের আগায় শীর্ষমুকুল থাকে না। **উদাহরণ :** গোলাপ, ছাতিম, সজিনা, শিমূল, অপরাজিতা, শুষনি প্রভৃতি গাছের পাতা যৌগিকপত্র।

7.29. একপত্রযুক্ত ছোটশাখা ও পক্ষল যৌগিকপত্রের পার্থক্য [Differences between a small branch bearing simple leaves and a pinnate compound leaf]

সময় সময় একপত্রযুক্ত ছোট শাখা ও পক্ষল যৌগিকপত্রের পার্থক্য সুস্পষ্ট নয়—আপাত-



চিত্র : 7.50 একক পত্রযুক্ত শাখা (A) ও পক্ষল যৌগিক পত্রের (B) পার্থক্য

দৃষ্টিতে একই বলে মনে হয়। বিশেষ কতকগুলি বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্যগুলির সাহায্যে এদের পৃথক করা যায়।

এককপত্রযুক্ত শাখা	পক্ষল যৌগিকপত্র
(1) শাখার শীর্ষে শীর্ষমুকুল থাকে।	(1) যৌগিকপত্রের শীর্ষে শীর্ষমুকুল থাকে না।
(2) শাখার কক্ষে মুকুল থাকে না।	(2) যৌগিকপত্রের কক্ষে কাক্ষিকমুকুল থাকে।
(3) শাখার উপরে বিন্যস্ত একক পত্রগুলির কক্ষে কাক্ষিক মুকুল থাকে।	(3) যৌগিকপত্রের পত্রকগুলির কক্ষে কাক্ষিক মুকুল থাকে না।
(4) শাখায় পর্ব ও পর্বমধ্য থাকে।	(4) যৌগিকপত্রের পত্রক অক্ষে পর্ব ও পর্বমধ্য থাকে না।
(5) শাখার প্রতিটি পত্রের গোড়ায় উপপত্র থাকতে পারে।	(5) যৌগিকপত্রের পত্রকের গোড়ায় উপপত্র থাকে না।

7.30. পত্রবিন্যাস [Phyllotaxy]

কাণ্ড বা শাখা-প্রশাখার উপর পাতার সজ্জারীতিকে পত্রবিন্যাস বা ফাইলোট্যাক্সি বলে। পত্রবিন্যাসের প্রধান উদ্দেশ্য প্রতিটি পাতাকে এমনভাবে মেলে ধরা যাতে প্রতিটি পাতাই পর্যাপ্ত সূর্যালোক পায়। পত্রবিন্যাস প্রধানত তিনপ্রকার :— (1) একান্তর, (2) অভিমুখ ও (3) আবর্ত (চিত্র : 7.51)।

(1) **একান্তর** বা **অলটারনেট** (Alternate) : এক্ষেত্রে প্রতি পর্ব থেকে একটি করে পাতা জন্মায়। পাতাগুলি দু'সারিতে পর্যায়ক্রমে ডান ও বামদিকের পর্ব থেকে অথবা কাণ্ডের চারদিক থেকে সর্পিলাকারে সজ্জিত থাকে। সেজন্য একান্তর পত্রবিন্যাসকে **সর্পিল** (Spiral) পত্রবিন্যাসও বলা হয়। উদাহরণ—ধান, গম, দুর্বাঘাস, জবা, পেঁপে ইত্যাদি।

একান্তর বা সর্পিল বিন্যাসে পর্ব থেকে সর্বদা একটি করে পাতা জন্মায়। কেবল উপর-নীচে বিন্যস্ত পত্রমূলগুলিকে যদি লম্বালম্বি কোন কাল্পনিক সরলরেখায় যুক্ত করা হয় তবে ঐ কাল্পনিক সরলরেখাকে **ঋজুশ্রেণী** বা **অর্থোস্টিকি** (Orthostichy) বলে। ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা অনুযায়ী পত্রবিন্যাস **দ্বিসারী** (Distichous, যেমন—ধান), ও **ত্রিসারী** (Tristichous, যেমন—মুথাঘাস), **পঞ্চসারী** (Pentastichous, যেমন—জবা), **অষ্টসারী** (Octastichous, যেমন—পেঁপে) প্রভৃতি নানা রকমের হয়।

একটি কাল্পনিক সূত্র দ্বারা একান্তর সর্পিলাকারে বিন্যস্ত পত্রগুলির মূল যদি ধারাবাহিকভাবে যোগ করা হয় তবে যে নিরবিচ্ছিন্ন কাল্পনিক আবর্তের সৃষ্টি হয় তাকে **পত্রমূলাবর্ত** বা **জেনেটিক স্পাইরাল** (Genetic Spiral) বলে। পত্রমূলাবর্তস্থিত দুটি ধারাবাহিক অর্থাৎ পরপর পত্রমূলের দূরত্বকে **অপসারণ** বা **ডাইভারজেন্স** (Divergence) বলে। এটি কাণ্ডের কেন্দ্রবিন্দুর সঙ্গে যে কাল্পনিক কোণ সৃষ্টি করে তাকে **কৌণিক অপসারণ** বা **অপসারণ কোণ** (Anglar divergence) বলে।

কৌণিক অপসারণের মান নীচের ফরমুলা অনুসারে নির্ণয় করা যায়।

$$\text{কৌণিক অপসারণ} = \frac{\text{পত্রমূলাবর্তের সংখ্যা}}{\text{ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা}} \times 360^\circ$$

ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা অনুযায়ী একান্তর বা সর্পিল পত্রবিন্যাস নিম্নরূপ :

1. **দ্বিসারী বিন্যাস** বা **ডাইস্টিকাস** (Distichous or $\frac{1}{2}$ Phyllotaxy) : এক্ষেত্রে ১ম, ৩য়, ৫ম, ৭ম, ৯ম প্রভৃতি পাতাগুলি একটি ঋজুশ্রেণীতে এবং ২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ, ৮ম, ১০ম প্রভৃতি পাতাগুলি বিপরীত ঋজুশ্রেণীতে বিন্যস্ত থাকে। অর্থাৎ এখানে ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা ২। ১ম পাতা থেকে ৩য় পাতায়, ৩য় পাতা

থেকে ৫ম পাতায়, ৫ম পাতা থেকে ৭ম পাতায় এবং ৭ম পাতা থেকে ৯ম পাতায় অথবা ২য় থেকে ৪র্থ, ৪র্থ, থেকে ৬ষ্ঠ, ৬ষ্ঠ থেকে ৮ম, ৮ম থেকে ১০ম পাতায় পৌঁছোতে প্রতি ক্ষেত্রে পত্রমূলাবর্তের একটি মাত্র প্যাঁচের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ—ধান, গম, দূর্বাঘাস ইত্যাদি।

এখানে **কৌণিক অপসারণ** $= \frac{1}{2} \times 360° = 180°$।

2. **ত্রিসারীবিন্যাস বা ট্রাইস্টিকাস** (Tristichous or $\frac{1}{3}$ Phyllotaxy):

এখানে ১ম, ৪র্থ, ৭ম পাতা একটি ঋজুশ্রেণীতে, ২য়, ৫ম, ৮ম পাতা অপর একটি ঋজুশ্রেণীতে এবং ৩য়, ৬ষ্ঠ, ৯ম অন্য আর একটি ঋজুশ্রেণীতে বিন্যস্ত থাকে। অর্থাৎ সমস্ত পাতা তিনটি ঋজুশ্রেণীতে বিন্যস্ত থাকে। ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা ৩টি বলে ১ম পাতার উপরে ৪র্থ পাতা আসে এবং ৩য় পাতার উপরে ৬ষ্ঠ পাতা আসে। এইভাবে একটির উপরে আর একটি পাতায় পৌঁছোতে পত্রমূলাবর্তের একটি মাত্র প্যাঁচের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ—মুথাঘাস।

এক্ষেত্রে, **কৌণিক অপসারণ** $= \frac{1}{3} \times 360° = 120°$।

3. **পঞ্চসারী বিন্যাস বা পেনটাস্টিকাস** (Pentastichous or $\frac{2}{5}$ Phyllotaxy):

এখানে ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা ৫। প্রতিটি ঋজুশ্রেণীতে পরপর একটি করে পাতা থাকলে ৬ষ্ঠ পাতা ১ম ঋজুশ্রেণীতে, ৭ম পাতা ২য় ঋজুশ্রেণীতে, ৮ম পাতা ৩য় ঋজুশ্রেণীতে, ৯ম পাতা ৪র্থ ঋজুশ্রেণীতে থাকবে। অর্থাৎ ১ম, ৬ষ্ঠ, ১১শ সংখ্যক পাতা ১ম ঋজুশ্রেণীতে; ২য়, ৭ম, ১২শ সংখ্যক পাতা ২য় ঋজুশ্রেণীতে—এইভাবে পাতাগুলি মোট ৫টি ঋজুশ্রেণীতে বিন্যস্ত থাকে। এক্ষেত্রে ১ম পাতার উপরে অবস্থিত ৬ষ্ঠ পাতার গোড়ায় পৌঁছোতে পত্রমূলাবর্তের ২টি প্যাঁচের প্রয়োজন হয়। একইভাবে যে কোন ঋজুশ্রেণীতে বিন্যস্ত যে কোন একটি পাতার গোড়া থেকে তার ঠিক উপরের উল্লম্বভাবে অবস্থিত পরবর্তী পাতার গোড়ায় পৌঁছাতে পত্রমূলাবর্তের ২টি প্যাঁচের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ—জবা।

এক্ষেত্রে, **কৌণিক অপসারণ** $= \frac{2}{5} \times 360° = 144°$

4. **অষ্টসারীবিন্যাস বা অকটাস্টিকাস** (Octastichous or $\frac{3}{8}$ Phyllotaxy):

এখানে ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা ৮, প্রতিটি ঋজুশ্রেণীতে একটি করে পাতা থাকলে ৯ম পাতাটি ১ম পাতার উপরে একই ঋজুশ্রেণীতে আসে। এইভাবে ২য় পাতা, ৩য় পাতা, ৪র্থ পাতার উপরে যথাক্রমে ১০ম, ১১শ, ১২শ পাতা বিন্যস্ত থাকে। এক্ষেত্রে পত্রমূলাবর্তের প্যাঁচের সংখ্যা ৩। উদাহরণ—**পেঁপে, মুক্তোঝুরি।**

অর্থাৎ, **কৌণিক অপসারণ** $= \frac{3}{8} \times 360° = 135°$।

বিভিন্ন প্রকার সর্পিল পত্রবিন্যাস পর্যালোচনায় দেখা গেল এদের $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}$ প্রভৃতি ভগ্নাংশ দ্বারা প্রকাশ করা সম্ভব। প্রথম দুটি ছাড়া পরবর্তী ভগ্নাংশগুলির উৎপত্তি নির্দিষ্ট নিয়ম মেনে চলে এবং পূর্ববর্তী দুটি ভগ্নাংশের হর ও লব পৃথক পৃথকভাবে যোগ করে পরবর্তী ভগ্নাংশের মান আগে থেকেই নির্ণয় করা যায়। যেমন, $\frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{2}{5}$; $\frac{1}{3}+\frac{2}{5}=\frac{3}{8}$; $\frac{2}{5}+\frac{3}{8}=\frac{5}{13}$ ইত্যাদি ভগ্নাংশের এইভাবে পরপর বিন্যাসকে **ফাইবোন্যাসী সিরিজ** (Fibonacci series) বা **সিম্পার-ব্রাউন সিরিজ** (Schimper-Brown series) বলা হয়।

অনেক সময় ঋজুশ্রেণীর সংখ্যা এত বেশী হয় যে তাদের সংখ্যা গুণে বার করা সম্ভব হয় না। সেক্ষেত্রে কৌণিক অপসারণও ক্ষুদ্রতম ভগ্নাংশে পরিণত হয়। এই ধরনের পত্রবিন্যাসকে **প্যারাস্টিকাস** (Parastichous) পত্রবিন্যাস বলে। উদাহরণ—**খেজুর, তাল, নারকেল,** ইত্যাদি।

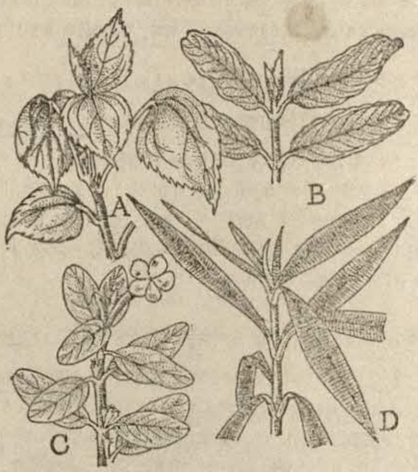
(2) **অভিমুখ** বা **অপোজিট** (Opposite): প্রতিটি পর্ব থেকে দুটি পাতা উৎপন্ন হলে এবং তারা একে অপরের বিপরীতদিকে বিন্যস্ত থাকলে, সেই সজ্জারীতিকে **অভিমুখ** পত্রবিন্যাস বলে। এটি দু'প্রকার ঃ—

(i) **অভিমুখ উপরিপন্ন** বা **অপোজিট সুপারপোজড** (Opposite Super-

posed) : **পেয়ারা, মাধবীলতা** প্রভৃতি গাছে পাতার স্তবকগুলি পরস্পর একই তলে বিন্যস্ত থাকে, এই বিন্যাসরীতিকে অভিমুখ উপরিপন্ন বলে।

(ii) **অভিমুখ তির্যকপন্ন** বা **অপোজিট ডেকাসেট** (Opposite decussate) : **নয়নতারা, আকন্দ, রঙ্গন, শিউলী** প্রভৃতি গাছে প্রতিটি পাতার স্তবক একে অন্যের ভিন্ন তলে অর্থাৎ সমকোণে থাকে। এই বিন্যাস রীতিকে অভিমুখ তির্যকপন্ন বলে।

(3) **আবর্ত** বা **হোরল্‌ড** (Whorled) : প্রতি পর্ব থেকে তিন বা ততোধিক পাতা উৎপন্ন হ'য়ে কাণ্ডের চারদিকে বিন্যস্ত হলে তাকে আবর্ত বিন্যাস বলে। যেমন, **করবী, ছাতিম** ইত্যাদি।



চিত্র 7.51 বিভিন্ন প্রকার পত্রবিন্যাস A—একান্তর(জবা); B—অভিমুখ উপরিপন্ন (পেয়ারা); C—অভিমুখ তির্যকপন্ন (নয়নতারা); D—আবর্ত (করবী)

নীচে পত্রবিন্যাসের ছক দেওয়া হ'ল :

পত্রবিন্যাস
(Phyllotaxy)

- একান্তর (Alternate) যথা—জবা
  - দ্বিসারী (Distichous) যথা—ধান
  - ত্রিসারী (Tristichous) যথা—মুথাঘাস
  - পঞ্চসারী (Pentastichous) যথা—জবা
  - অষ্টসারী (Octastichous) যথা—পেঁপে
- অভিমুখ (Opposite)
  - উপরিপন্ন (superposed) যথা—পেয়ারা
  - তির্যকপন্ন (decussate) যথা—নয়নতারা
- আবর্ত (Whorlod) যথা—করবী

7.31. পত্রনক্সা বা পাতার মোজাইক [Leaf-mosaic]

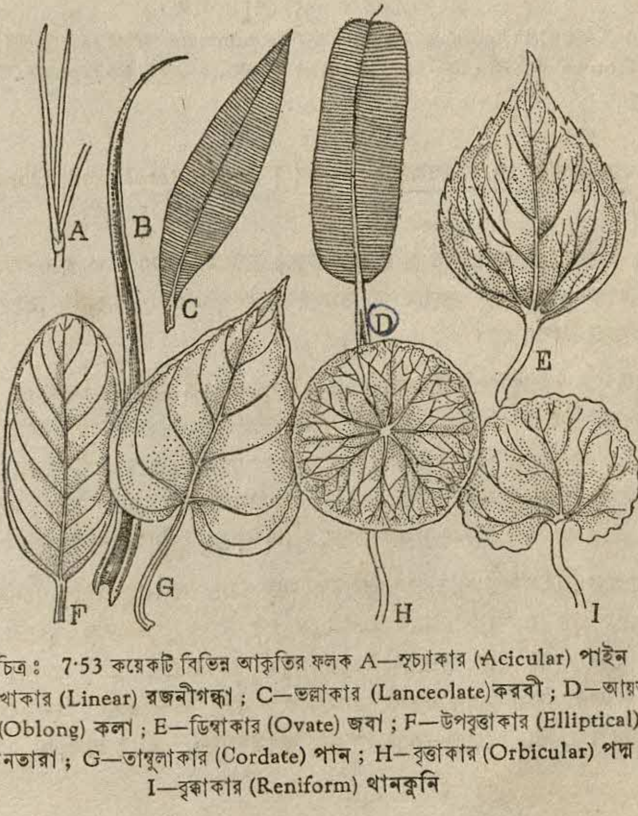


চিত্র : 7.52 পত্রনক্সা (মুক্তোঝুরি)

কোন কোন ক্ষেত্রে উদ্ভিদের ঘনসন্নিবিষ্ট পাতার বৃন্তগুলি প্রয়োজন মতো ছোট-বড় হয়ে পত্রফলকগুলিকে একই তলে বিন্যস্ত রাখে যাতে একটানা পত্রপৃষ্ঠ রচিত হয়। ফলকের এই বিশেষ বিন্যাসরীতিকেও পত্রনক্সা বলে। এইভাবে একদিকে যেমন প্রতিটি পাতাই পর্যাপ্ত সূর্যালোক পায় অন্যদিকে তেমনি সূর্যালোক অপচয় বন্ধ হয়। প্রধানত ছায়ায় জন্মানো গাছ পত্রনক্সা রচনা করে। যেমন, **মুক্তোঝুরি** (চিত্র : 7.52), **আমরুল** ইত্যাদি।

7.32. বিভিন্ন আকৃতির ফলক, পত্রপ্রান্ত ও পত্রাগ্র [Various types of shape, margin and apex of lamina]

নীচের চিত্রে কেবল বিভিন্ন প্রকার ফলক, পত্রপ্রান্ত ও পত্রাগ্র দেখান হল :



চিত্র : 7·53 কয়েকটি বিভিন্ন আকৃতির ফলক A—সূচ্যাকার (Acicular) পাইন B—রেখাকার (Linear) রজনীগন্ধা ; C—ভল্লাকার (Lanceolate) করবী ; D—আয়তাকার (Oblong) কলা ; E—ডিম্বাকার (Ovate) জবা ; F—উপবৃত্তাকার (Elliptical) নয়নতারা ; G—তাম্বুলাকার (Cordate) পান ; H—বৃত্তাকার (Orbicular) পদ্ম ; I—বৃক্কাকার (Reniform) থানকুনি



চিত্র : 7·54 বিভিন্ন প্রকার পত্রপ্রান্ত (বাঁদিকে) ও পত্রাগ্র (ডানদিকে)
পত্রপ্রান্ত : A—অখণ্ড (Entire) আম ; B—তরঙ্গায়িত (Repand) দেবদারু ; C—ক্রচক (Serrate) জবা ; D—সভঙ্গ (Crenate) থানকুনি ; E—কন্টকিত (Spiny) শেয়ালকাঁটা ।
পত্রাগ্র : A—সূক্ষ্মাগ্র (Acute) আম ; B—দীর্ঘাগ্র (Acuminate) অশ্বত্থ ; C—স্থূলাগ্র (Obtuse) কাঁঠাল ; D—খণ্ডাগ্র (Retuse) কাঞ্চন ; E—কন্টকিত (Spiny) খেজুর

7.33. সমাঙ্কপৃষ্ঠ ও বিষমপৃষ্ঠ পাতা [Isobilateral and Dorsiventral leaves]

গঠন, আকৃতি, প্রকৃতি প্রভৃতি চারিত্রিক লক্ষণের তারতম্য অনুসারে পাতাকে সমাঙ্কপৃষ্ঠ বা বিষমপৃষ্ঠ পাতা বলা হয়। একবীজপত্রী উদ্ভিদে সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা এবং দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে বিষমপৃষ্ঠ পাতা উৎপন্ন হয়।

সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতাগুলির দুটি তল (surface) পৃথক করা যায় না। কারণ পাতাগুলি ভূত্বকের সঙ্গে তির্যকভাবে বিন্যস্ত থাকে, যার ফলে উভয় ত্বকেই প্রায় সমপরিমাণ সূর্যালোক পড়ে। তাই সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতায় উভয় পৃষ্ঠের সবুজ রংএর গাঢ়ত্ব প্রায় একই রকম। তাছাড়া এখানে সমান্তরাল শিরাবিন্যাস দেখা যায়। অন্তর্গঠনের দিক থেকে উভয় পৃষ্ঠের গঠন মোটামুটি একই রকম। যেমন—**কলাপাতা, বাঁশপাতা, ভুট্টাপাতা** ইত্যাদি।

অপরপক্ষে **বিষমপৃষ্ঠ** পাতাগুলি ভূত্বকের সঙ্গে প্রায় সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে। ফলে উপরের পৃষ্ঠ অধিক পরিমাণে ও নীচের পৃষ্ঠ অল্প পরিমাণে সূর্যালোক পায়। সূর্যালোক বেশী পায় বলে উপরের পৃষ্ঠের সবুজ রং নীচের পৃষ্ঠ অপেক্ষা অধিকতর গাঢ় হয়। এদের শিরাবিন্যাস পদ্ধতি জালিকাকার এবং অন্তর্গঠনের দিক থেকে উভয় পৃষ্ঠের পার্থক্য প্রকট। যেমন—**আমপাতা, জামপাতা, কাঁঠালপাতা, বটপাতা** ইত্যাদি।

7.34. সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা ও বিষমপৃষ্ঠ পাতার পার্থক্য [Differences between isobilateral and dorsiventral leaves.]

সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা	বিষমপৃষ্ঠ পাতা
বিন্যাস ও বহিরাকৃতিগত পার্থক্য	
(1) পাতাগুলি ভূত্বকের সঙ্গে তির্যকভাবে বিন্যস্ত থাকে।	(1) পাতাগুলি ভূত্বকের সঙ্গে প্রায় সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে।
(2) ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বকে সবুজ রং-এর গাঢ়ত্ব প্রায় সমান।	(2) নিম্নত্বক অপেক্ষা ঊর্ধ্বত্বকে সবুজ রং-এর গাঢ়ত্ব বেশী।
(3) পাতার শিরাবিন্যাস সমান্তরাল।	(3) পাতার শিরাবিন্যাস জালিকাকার।
অন্তর্গঠনগত পার্থক্য	
(4) ঊর্ধ্ব ও নিম্ন—উভয় ত্বকেই প্রায় সমপরিমাণ পত্ররন্ধ্র থাকে।	(4) ঊর্ধ্বত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে না—কেবল নিম্নত্বকেই পত্ররন্ধ্র থাকে।
(5) উভয় ত্বকেই প্রায় সমান পুরু কিউটিকল থাকে।	(5) ঊর্ধ্বত্বকের কিউটিকল স্তর নিম্নত্বকের কিউটিকল স্তর অপেক্ষা বেশী পুরু।
(6) মেসোফিল কেবল একই ধরনের কলা দিয়ে গঠিত—এটির প্রকৃতি স্পঞ্জি প্যারেনকাইমার মতো।	(6) মেসোফিল কলা স্পঞ্জি এবং প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত।

7.35. পাতার পরিবর্তন [Modifications of leaves]

বাষ্পমোচন, সালোকসংশ্লেষ, শ্বসন প্রভৃতি সাধারণ কাজ ছাড়াও অনেক সময় পাতাকে বিশেষ বিশেষ কাজ করতে হয়। সেজন্য পাতার বিভিন্ন অংশ পরিবর্তিত হয়। অনেক সময় পাতা অত্যধিক পরিবর্তিত হয়ে রূপান্তরিত (metamorphosed) হয়। নীচে বিভিন্ন প্রকার পরিবর্তিত ও রূপান্তরিত পাতার বিবরণ দেওয়া হ'ল।



চিত্র : 7.55 বিগনোনিয়া আংগুইসকাটি গাছের হুকে রূপান্তরিত উপরের তিনটি পত্রক

1. **পত্রকণ্টক** বা **স্পাইন** (Spine)—আত্মরক্ষার জন্য **শেয়ালকাঁটার** পাতার কিনারা ও খেজুর পাতার আগা পত্রকণ্টকে রূপান্তরিত হয়।

2. **কূর্চ** বা **ব্রিসল্** (Bristle) ঃ আত্মরক্ষার বা বাষ্পমোচন হ্রাসের জন্য ফনিমনসার পাতা সরু সূচালো, কঠিন কাঁটায় রূপান্তরিত হয়।

3. **অঙ্কুশ** বা **হুক** (Hook)। উদ্ভিদটিকে আরোহণে সাহায্য করার জন্য আসামের **বিগনোনিয়া আংগুইসকাটি** নামে উদ্ভিদের যৌগিক পত্রের উপরের তিনটি পত্রক হুক বা অঙ্কুশে রূপান্তরিত হয়।

4. **পত্রাকর্ষ** (Leaf-tendril) : দুর্বল কাণ্ডের উদ্ভিদকে আরোহণে সাহায্য করতে পাতার বিভিন্ন অংশ আকর্ষে পরিণত হয় (চিত্র : 7.32) যেমন—

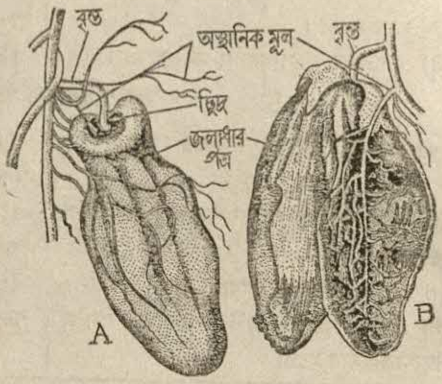
(i) **ছাগলবটিতে** বৃন্ত।

(ii) **মটরে**—যৌগিকপত্রের শেষের পত্রকগুলি।

(iii) **কুমারিকায়**—উপপত্র।

(iv) **উলটচণ্ডালে**—পাতার আগা।

5. **জলাধার পত্র** (Leaf as water reservoir) : আসাম ও মেঘালয়ের জঙ্গলে **ডিসসিডিয়া** নামে উদ্ভিদের পাতার ফলক কলসে রূপান্তরিত হয় এবং এতে প্রচুর বৃষ্টির জল সঞ্চিত থাকে। কলসের মধ্যে অস্থানিকমূল প্রবেশ করিয়ে উদ্ভিদটি দরকার মতো জল শোষণ করে।



চিত্র : 7.56 জলাধার পত্র (ডিসসিডিয়া) A—সম্পূর্ণ জলাধার পত্র ও সংশ্লিষ্ট অস্থানিক মূল; B—দ্বিখণ্ডিত জলাধার পত্রের মধ্যে অস্থানিক মূলের বিন্যাস

6. **খাদ্যসঞ্চয়ী পাতা** (Storage leaf) : **পাথরকুঁচি, পুঁই, ঘৃতকুমারী, উক্কা, অ্যাগেভ** প্রভৃতি গাছের পাতা খাদ্য সঞ্চয়ের জন্যে স্থূল হয়।

7. **পর্ণবৃন্ত** বা **ফাইলোড** (Phyllode) : অপরিণত অবস্থায় ফলক খসে গেলে বৃন্ত চ্যাপ্টা হয়ে ফলকের আকৃতি পায় এবং ফলকের কাজ চালিয়ে যায়। যেমন—**আকাশ-মণি**।

8. **পতঙ্গ ধরার ফাঁদ** (Fly-trap) : পাতার বিভিন্ন অংশ পরিবর্তন ঘটিয়ে সেগুলির সাহায্যে কীট-পতঙ্গ ধরে তাদের দেহ-নির্যাস শোষণ করে কোন কোন উদ্ভিদ নিজের প্রোটিন খাদ্যের অভাব মেটায়। যেমন—

(i) **ঘটপত্রী**—পত্রাগ্র কলসে রূপান্তরিত করে কীট-পতঙ্গ ধরে। চিত্র : 7.57)।

(ii) **সূর্যশিশির**—ফলকের কিনারা থেকে কর্ষিকা উৎপন্ন করে কীট-পতঙ্গ ধরে (চিত্র : 7.57)।

(iii) **পাতাঝাঝি**—জলের তলায় পাতা দিয়ে তৈরী থলির সাহায্যে কীটপতঙ্গ ধরে।



চিত্র : 7.57 ঘটপত্রী ও সূর্যশিশির

7.36. পাতার কাজ [Functions of leaves]

I. **পাতার সাধারণ কাজ** (Normal functions of leaves)

(i) **বাষ্পমোচন** (Transpiration)—অর্থাৎ উদ্ভিদের অতিরিক্ত ও অপ্রয়োজনীয় জল পাতা পত্ররন্ধ্র মাধ্যমে বাষ্পাকারে পরিত্যাগ করে।

(ii) **সালোকসংশ্লেষ** (Photosynthesis)—অর্থাৎ ক্লোরোফিলের সাহায্যে সূর্যালোক শোষণ করে কার্বন-ডাই অক্সাইড ও জলের সহায়তায় পাতা শর্করা খাদ্য ও অক্সিজেন তৈরী করে।

(iii) **শ্বসন** (Respiration)—অর্থাৎ অক্সিজেন গ্রহণ করে পাতা কার্বন ডাই-অক্সাইড ও তাপশক্তি উৎপন্ন করে।

(iv) ফলকে বিন্যস্ত শিরা-উপশিরা একদিকে **পাতার কাঠামো তৈরী** করে, অন্যদিকে **মাটির রস পাতায়** এবং **পাতায় উৎপন্ন খাদ্য** দেহের অন্যত্র পরিবহণ করে।

II. **পাতার বিশেষ কাজ** (Special functions of leaves)

পাতার পরিবর্তিত অংশ দেখ।

7.37. হেটারোফাইলি [Heterophylly]

একই উদ্ভিদে বিভিন্ন আকৃতির পাতা উৎপন্ন হওয়াকে হেটারোফাইলি বলে। প্রধানত জলজ উদ্ভিদে হেটারোফাইলি দেখা যায়। **স্যাজিট্টারিয়া** (*Sagittaria*), **লিমনোফাইলা** (*Limnophila*) প্রভৃতি জলজ উদ্ভিদের জলমগ্ন পাতাগুলি দেখতে সুতো বা ফিতার মতো, কিন্তু জলতলের উপরে বিন্যস্ত পাতাগুলির আকৃতি স্বাভাবিক। জলমগ্ন পাতাগুলিকে জল থেকেই অক্সিজেন শোষণ করতে হয়। তাই সেগুলি ক্রমাগত খণ্ডিত হয়ে বা ফিতার মতো প্রশস্ত হয়ে শোষণ-তল বৃদ্ধি করে।

7.38. সমসংস্থা ও সমবৃত্তিতা [Homology and Analogy]

বিশেষ বিশেষ প্রয়োজনে উদ্ভিদের বিভিন্ন অঙ্গ এমনভাবে রূপান্তরিত হয় যে তখন তাদের প্রকৃতি (কাণ্ড, মূল, পাতা বা অন্যকিছু) নির্ধারণ করা কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে। গাছের রূপান্তরিত অঙ্গের **উৎপত্তি** (Origin), **অবস্থান** (Position) এবং **অন্তর্গঠন** (Internal structure) সম্বন্ধে জ্ঞানার্জন করাকে **সমসংস্থা** বা **হোমোলজি** (Homology) এবং তাদের বহিরাগত সাদৃশ্য থাকার জন্য একই কাজ করা সম্বন্ধে জ্ঞানার্জনকে **সমবৃত্তিতা** বা **অ্যানালজি** (Analogy) বলে। বহিরাকৃতি যাই হোক না কেন উদ্ভিদের রূপান্তরিত অঙ্গগুলির উৎপত্তি, অবস্থান, অন্তর্গঠন একই রকম হলে তাদের **সমসংস্থ অঙ্গ** বা **হোমোলোগাস অরগ্যান** (Homologous organs) এবং ঐসব চরিত্রগত লক্ষণের বিভিন্নতা সত্ত্বেও তাদের বহিরাকৃতি যদি একই রকম হয় এবং তারা একই কাজে লিপ্ত থাকে তবে সেই সব অঙ্গকে **সমবৃত্তি অঙ্গ** বা **অ্যানালোগাস অরগ্যান** (Analogous organs) বলে। থামালুর বালবিল এবং ঝুমকো-লতার আকর্ষ সমসংস্থ অঙ্গ। মটরের আকর্ষ ও ঝুমকোলতার আকর্ষ সমবৃত্তি অঙ্গ।

ফুল
[Flower]

7.39. **সূচনা :** সপুষ্পক উদ্ভিদে ফুল ফোটে। ফুলই উদ্ভিদের সর্বাপেক্ষা দৃষ্টি-আকর্ষী অঙ্গ। জনন কার্যে ও বংশবিস্তারে ফুলের গুরুত্ব অপরিসীম। আকৃতি ও প্রকৃতিতে স্বাতন্ত্র্য ও বৈশিষ্ট্য বজায় রাখলেও **ফুল প্রকৃতপক্ষে কাণ্ডেরই পরিবর্তিত রূপ অর্থাৎ রূপান্তরিত বিটপ** (Flower is a modified shoot)। সাধারণত ফুলে বৃন্ত (Peduncle) থাকে। বৃন্তযুক্ত ফুলকে **সবৃন্তক** (Pedunculate) ও বৃন্তহীন ফুলকে **অবৃন্তক** (sessile) ফুল বলে।

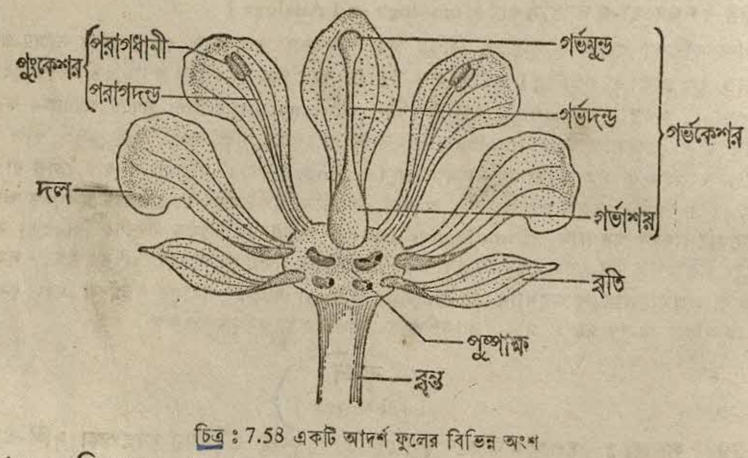
এক বা একাধিক ফুল একটি বিশেষ শাখা বা অক্ষের উপরে সাজানো থাকে। অক্ষটি **মঞ্জরীদণ্ড** বা **র‍্যাকিস** (Rachis)। মঞ্জরীদণ্ডের উপর ফুলের বিন্যাসরীতিকে **পুষ্পবিন্যাস** (Inflorescence) বলে।

ফুলে সাধারণত চারটি স্তবক (whorl) থাকে। বাইরের দিক থেকে ভিতরের দিকে সাজানো স্তবকগুলি যথাক্রমে **বৃতি**, **দলমণ্ডল**, **পুংস্তবক** ও **স্ত্রীস্তবক**। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ফুলে স্তবকের সংখ্যা সাধারণত পাঁচ বা পাঁচের গুণিতক অর্থাৎ **পঞ্চাংশক** (Pentamerous) এবং একবীজপত্রী উদ্ভিদের ফুলের স্তবকের সংখ্যা সাধারণত তিন বা তিনের গুণিতক অর্থাৎ **ত্র্যংশক** (Trimerous)।

পুষ্পাক্ষ (Receptacle) বা **থ্যালামাস** (Thalamus): বৃন্ত সংলগ্ন যে সংহত অক্ষে পুষ্পস্তবকগুলি সজ্জিত থাকে তাকে পুষ্পাক্ষ বা থ্যালামাস (চিত্র: 7.58) বলে। পুষ্পাক্ষ চ্যাপ্টা (flat) উত্তল (concave) বা অবতল (convex)। পুষ্পাক্ষের এক একটি পর্বে এক একটি পুষ্পপত্রের (floral leaves) স্তবক যুক্ত থাকে। অত্যধিক সংকুচিত হওয়ার জন্য পুষ্পাক্ষের পর্বমধ্যগুলি প্রকট নয়। কোন কোন ক্ষেত্রে (যেমন—গাইনানড্রপসিস পেনটাফাইলায়; চিত্র: 7.72A) পর্বমধ্যগুলি দীর্ঘ হয়ে পুষ্পাক্ষের কাণ্ডচরিত্র প্রকাশ করে। তাই **পুষ্পাক্ষ হল রূপান্তরিত কাণ্ড** (thalamus is a metamorphosed stem)।

7.40. আদর্শ ফুলের বিভিন্ন অংশ [Parts of a typical flower]

ফুলে সব কটি স্তবক থাকলে এবং প্রতিটি স্তবকের অংশগুলির মধ্যে আকৃতিগত সাদৃশ্য থাকলে সেই ফুলকে আদর্শ ফুল বলে। আদর্শ ফুলে **বৃতি**, **দলমণ্ডল**, **পুংস্তবক** ও **স্ত্রীস্তবক**, অর্থাৎ মোট চারটি স্তবক থাকে।



চিত্র: 7.58 একটি আদর্শ ফুলের বিভিন্ন অংশ

(1) **বৃতি** (Calyx): ফুলের একেবারে বাইরের যে স্তবকটি পুষ্পাক্ষের সর্বনিম্ন স্থানে যুক্ত থাকে তাকে বৃতি বলে। বৃতি কতকগুলি খণ্ড নিয়ে গঠিত। প্রতিটি খণ্ডকে বলে **বৃত্যংশ** (Sepal)। অধিকাংশ ক্ষেত্রেই বৃত্যংশ সবুজ। বৃত্যংশগুলি পরস্পর পৃথক অর্থাৎ **মুক্তবৃতি** (polysepalous) (যেমন—সরিষা, মূলা) অথবা সেগুলি পরস্পর যুক্ত অর্থাৎ **যুক্তবৃতি** (gamosepalous) (যেমন—জবা, ধুতরা) হয়।

কাজ : (i) মুকুল অবস্থায় বৃতি ফুলের অন্যান্য স্তবকগুলিকে রোদ, বৃষ্টি, কীট-পতঙ্গের আক্রমণ ও অন্যান্য প্রতিকূল অবস্থা থেকে রক্ষা করে।

(ii) বৃতির রং অধিকাংশ ক্ষেত্রে সবুজ—তাই প্রয়োজন মতো এটি সালোকসংশ্লেষ চালাতে পারে।

(iii) রঙীন বৃতি দ্বারা কীট-পতঙ্গ আকৃষ্ট হয় এবং এইভাবে বৃতি পরাগযোগে সাহায্য করে।

(2) **দলমণ্ডল** (Corolla) : বৃতির উপরে পুষ্পাক্ষ সংলগ্ন দ্বিতীয় স্তবকটি দলমণ্ডল। দলমণ্ডল সাধারণত রঙীন, তবে সাদা হলে সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত হয়। দলমণ্ডলের পৃথক খণ্ডগুলিকে **দলাংশ** (Petal) বলে। বৃত্যংশের মতো দলাংশও পরস্পর যুক্ত অর্থাৎ **যুক্তদল** (gamopetalous ; যেমন—জবা, ধুতরা) অথবা মুক্ত অর্থাৎ **মুক্তদল** (polypetalous ; যেমন—সরিষা) হয়।

কাজ : (i) বৃতির মতোই দলমণ্ডল ফুলের জনন-স্তবকগুলিকে রক্ষা করে।

(ii) দলমণ্ডলের উজ্জ্বলবর্ণ ও সুমিষ্ট গন্ধে আকৃষ্ট কীট-পতঙ্গ পরাগযোগ ঘটায়।

(3) **পুংস্তবক** (Androecium) : দলমণ্ডলের ভিতরে পুষ্পাক্ষ সংলগ্ন তৃতীয় স্তবকটি পুংস্তবক। পুংস্তবক কতকগুলি পুংকেশরের সমষ্টি। প্রতিটি পুংকেশরের দুটি অংশ ; নীচের দণ্ডাকার অংশটি **পরাগদণ্ড** বা **পুংদণ্ড** (filament) এবং পুংদণ্ডের উপরে স্ফীত থলিটি **পরাগধানী** (anther)। পরাগধানীর দুটি খণ্ডের মধ্যবর্তী বিস্তৃত বিশেষ কলা দ্বারা গঠিত অংশটি **যোজক** (connective)। পুংদণ্ড লম্বা বা ছোট হয়, এর ফলে পরাগধানীর উচ্চতা ও অবস্থানের তারতম্য ঘটে। সময় সময় পুংদণ্ড একেবারেই থাকে না। অধিকাংশ ক্ষেত্রে পরাগধানী দুটি খণ্ডে* বিভক্ত। প্রতি খণ্ডের গহ্বরে অসংখ্য **পরাগ** বা **রেণু** (Pollen grains) থাকে। পরাগধানীর গহ্বরকে **পরাগ-গহ্বর** (Pollen sac) বলে। পুংদণ্ডের সঙ্গে পরাগধানী নানাভাবে যুক্ত থাকে (চিত্র : 7.66)।

কাজ : পরাগ উৎপাদন করাই পুংস্তবকের প্রধান কাজ।

(4) **স্ত্রীস্তবক** (Gynoecium) : স্ত্রীস্তবক ফুলের স্ত্রীজনন অঙ্গ। পুষ্পাক্ষের সর্বোচ্চ স্থানে স্ত্রীস্তবক বা গর্ভকেশর অবস্থিত। এটি এক বা একাধিক গর্ভপত্র (Carpel) দ্বারা গঠিত। গর্ভকেশর তিনটি পৃথক অংশে বিভক্ত—নীচের স্ফীত অংশটি **গর্ভাশয়** বা **ডিম্বাশয়** (Ovary) ; ডিম্বাশয়-সংলগ্ন দণ্ডাকার অংশটি **গর্ভদণ্ড** (Style) এবং গর্ভদণ্ডের শীর্ষে সামান্য স্ফীত বা খণ্ডিত অংশটি **গর্ভমুণ্ড** (Stigma)। একাধিক গর্ভপত্র পরস্পর সম্পূর্ণভাবে বা আংশিকভাবে যুক্ত থাকলে তাকে **যুক্তগর্ভ পত্রী** বা **সিনকার্পাস** (Syncarpous) গর্ভকেশর (যেমন—সরিষা, জবা ইত্যাদি) এবং সেগুলি পরস্পর পৃথক থাকলে তাকে **মুক্তগর্ভপত্রী** বা **অ্যাপোকার্পাস** (Apocarpous) গর্ভকেশর (যেমন—পদ্ম, চাঁপা, ইত্যাদি) (চিত্র : 7.64) বলে।

কাজ : (i) ডিম্বাশয়ের মধ্যে ডিম্বক এবং তার ভিতরে ভ্রূণস্থলী থাকে। ভ্রূণস্থলীতে অবস্থিত ডিম্বাণু নিষিক্ত হলে **ডিম্বাশয় ও ডিম্বক যথাক্রমে ফল ও বীজে রূপান্তরিত হয়।**

(ii) গর্ভমুণ্ড পরাগগ্রাহক অঙ্গ—যৌন জননের পূর্বে পরাগ গ্রহণ কাজটি অপরিহার্য।

---

* ব্যতিক্রম জবা। এখানে পরাগধানী একখণ্ড বিশিষ্ট।

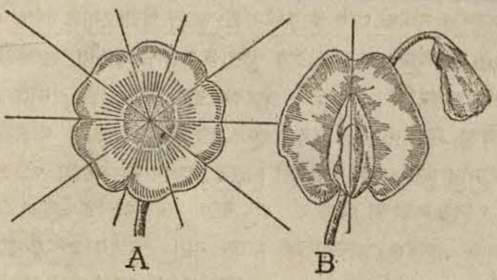
(iii) গর্ভদণ্ড গর্ভমুণ্ডকে প্রকাশ্য স্থানে তুলে ধরে। পরাগনালিকা গর্ভদণ্ডকে ভেদ করে প্রথমে ডিম্বাশয় ও পরে ডিম্বকে প্রবেশ করে।

7.41. সম্পূর্ণ ও অসম্পূর্ণ ফুল [Complete and Incomplete flowers]

চারটি স্তবকের সবকটি থাকলে ফুলকে **সম্পূর্ণ ফুল** বলে। এক বা একাধিক স্তবক না থাকলে ফুলকে **অসম্পূর্ণ ফুল** বলে। **সরিষা, জবা, বেগুন, বকফুল** প্রভৃতি সম্পূর্ণ ফুল। **কুমড়ো, লাউ, কচু** প্রভৃতি অসম্পূর্ণ ফুল।

7.42. সমাঙ্গ ও অসমাঙ্গ [Regular and irregular] এবং বহুপ্রতিসম ও এক প্রতিসম পুষ্প [Actinomorphic and zygomorphic flowers]

ফুলের প্রতিটি স্তবকের অংশগুলি নিজেদের মধ্যে পরস্পর সম আকৃতিবিশিষ্ট হলে সেই ফুলকে **সমাঙ্গ ফুল** (যেমন—জবা, ধুতরা) এবং সেই অংশগুলি নিজেদের মধ্যে পরস্পর অসম আকৃতিবিশিষ্ট হলে তাকে **অসমাঙ্গ ফুল** (যেমন—অপরাজিতা, বকফুল) বলে।



চিত্র : 7.59 A—বহুপ্রতিসম ও B একপ্রতিসম পুষ্প

যে কোন উল্লম্বতলে ফুলকে সমান দু'অংশে ভাগ করা সম্ভব হলে সেই ফুলকে **বহুপ্রতিসম ফুল** এবং কেবল একটিমাত্র উল্লম্বতলে সমান দু'অংশে ভাগ করা গেলে সেই ফুলকে **এক প্রতিসম** ফুল বলে। বস্তুতঃ **সমাঙ্গ পুষ্প মাত্রেই বহুপ্রতিসম** এবং **অসমাঙ্গ পুষ্প মাত্রেই একপ্রতিসম** (চিত্র : 7.59)।

7.43 সাহায্যকারী ও অত্যাবশ্যকীয় স্তবক [Accessory and Essential whorls]

বৃতি ও দলমণ্ডল ফুলের **সাহায্যকারী স্তবক** (Accessory whorl) এবং পুংকেশর ও গর্ভকেশর **অত্যাবশ্যকীয় স্তবক** (Essential whorl)। সাধারণত সাহায্যকারী স্তবক জননে অংশগ্রহণ করে না। তবে কীট-পতঙ্গ আকর্ষণ করার কাজে সাহায্যকারী স্তবকের উল্লেখযোগ্য ভূমিকা আছে। অত্যাবশ্যকীয় স্তবক জনন কোষ গঠন করে—তাই এই স্তবক ছাড়া জনন অসম্ভব।

7.44. পুষ্পপুট বা পেরিয়্যান্থ [Perianth]

বৃতি ও দল ফুলের সাহায্যকারী স্তবক। সাধারণত এই স্তবকদুটি আকৃতিগত ও প্রকৃতিগত-ভাবে পৃথক। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে স্তবক দুটিকে পরস্পর পৃথক করা যায় না, কারণ তারা দেখতে একই রকম হয়। ফুলের এরূপ বিশেষ অঙ্গকে **পুষ্পপুট** বা **পেরিয়্যান্থ** বলে। পুষ্পপুটের প্রতিটি খণ্ডকে **টেপাল** (Tepal) বলে। পুষ্পপুট দলসদৃশ বা বৃতিসদৃশ হয়। দলসদৃশ পুষ্পপুটের উদাহরণ—**রজনীগন্ধা** (চিত্র : 7.65B)। বৃতিসদৃশ পুষ্পপুটের উদাহরণ—**আমলকি**।

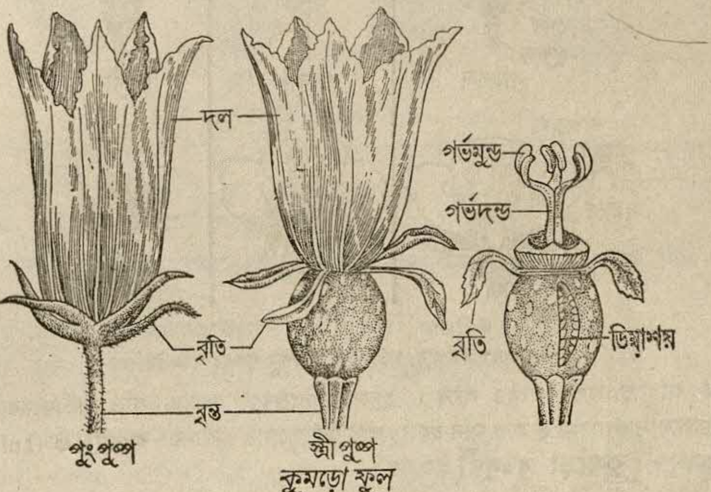
7.45. উভলিঙ্গ ও একলিঙ্গ পুষ্প [Bisexual and Unisexual flowers]

জবা, বেগুন, সরিষা প্রভৃতির ফুলে পুং ও স্ত্রী উভয় অত্যাবশ্যকীয় স্তবকই বর্তমান।

এই ধরনের ফুলকে **উভলিঙ্গ পুষ্প** (Bisexual flower) বলে। কিন্তু যে ফুলে পুং অথবা স্ত্রী যে কোন একটি স্তবক থাকে তাকে **একলিঙ্গ পুষ্প** (Unisexual flower) বলে। **কুমড়ো, লাউ, ডুমুর, কচু, রাংচিতা** প্রভৃতির ফুল একলিঙ্গ।

7.46. স্ত্রীপুষ্প, পুংপুষ্প ও ক্লীবপুষ্প [Pistillate, Staminate and Neuter flowers]

একলিঙ্গ যে ফুলে পুংকেশর থাকে না, শুধুমাত্র গর্ভকেশর থাকে তাকে **স্ত্রীপুষ্প** (Pistillate flower) এবং যে ফুলে গর্ভকেশর থাকে না, অর্থাৎ শুধুমাত্র পুংকেশর থাকে তাকে **পুং পুষ্প** (Staminate flower) বলে। **কুমড়ো, লাউ, পেঁপে, তাল, কচু, ডুমুর** প্রভৃতি গাছের ফুল একলিঙ্গ, তাই এইসব ক্ষেত্রে স্ত্রী ও পুং উভয় প্রকার পুষ্পই দেখা



চিত্র : 7.60 একলিঙ্গ পুষ্প

যায়। এছাড়া ফুলে পুংকেশর বা গর্ভকেশর-এর কোনটিই না থাকলে সেই ফুলকে **ক্লীবপুষ্প** (Neuter flower) বলে। যেমন—**সূর্যমুখীর কিরণ পুষ্পিকা**। একই গাছে পুং ও স্ত্রী পুষ্প অথবা পৃথক পৃথক গাছে পুং ও স্ত্রী পুষ্প উৎপন্ন হলে গাছকে যথাক্রমে **সহবাসী** (Monoecious) ও **ভিন্নবাসী** (Dioecious) উদ্ভিদ বলে।

7.47. পুষ্পাক্ষের উপর পুষ্পপত্রের সন্নিবেশ বৈচিত্র্য [Variation in insertion of floral leaves on the thalamus]

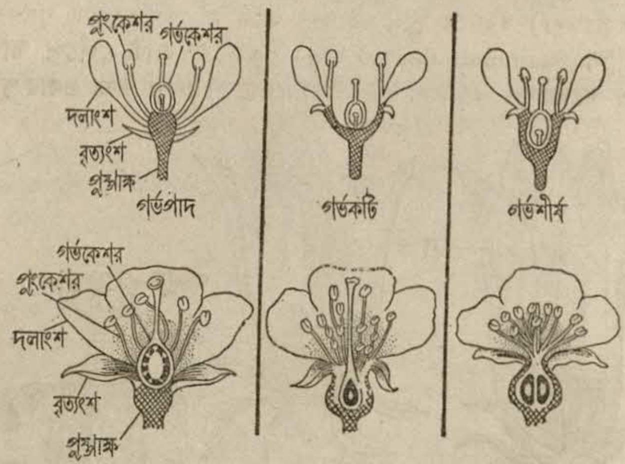
পুষ্পাক্ষের উপর বৃতি, দল, পুংকেশর, গর্ভকেশর প্রভৃতি পুষ্পপত্রের (floral leaves) সন্নিবেশের তারতম্যের উপর ফুলের গঠন নির্ভর করে। যেমন,

(1) **গর্ভপাদ পুষ্প** (Hypogynous flowers) : এই জাতীয় ফুলের পুষ্পাক্ষ উত্তল বা শাঙ্কব। স্ত্রীস্তবক পুষ্পাক্ষের শীর্ষে এবং পুংস্তবক, দল ও বৃতি ক্রমপর্যায়ে একে অন্যের নীচে সজ্জিত থাকে। গর্ভপাদ পুষ্পে গর্ভাশয়ের স্থান সর্বোচ্চ বলে তাকে **অধিগর্ভ** (superior) বলা হয়। উদাহরণ : **জবা, ধুতরা, সরিষা** ইত্যাদি।

(2) **গর্ভকটি পুষ্প** (Perigynous flowers) : এই জাতীয় ফুলের পুষ্পাক্ষ চ্যাপ্টা

ও পেয়ালাকার। গর্ভাশয় কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত এবং তাকে ঘিরে বা পুষ্পাক্ষের প্রসারিত কিনারার আগায় অপর স্তবকগুলি যুক্ত থাকে। গর্ভকটি পুষ্পের গর্ভাশয়ও **অধিগর্ভ*** (superior) উদাহরণ : **মটর, গোলাপ** ইত্যাদি।

(3) **গর্ভশীর্ষ পুষ্প** (Epigynous flowers) : এই জাতীয় ফুলের পুষ্পাক্ষ অবতলাকার বা পেয়ালাকার। গর্ভাশয় অবতলাকার পুষ্পাক্ষের কেন্দ্রে অবস্থান করে এবং তার



চিত্র : 7.61 গর্ভপাদ, গর্ভকটি ও গর্ভশীর্ষ পুষ্পের গঠন বৈচিত্র্য

সঙ্গে অবিচ্ছিন্নভাবে সংযুক্ত থাকে। সেজন্য পুংস্তবক, দল ও বৃতি গর্ভাশয়ের উপরে পর্যায়ক্রমে সাজান আছে বলে মনে হয়। গর্ভশীর্ষ পুষ্পের গর্ভাশয় **অধোগর্ভ** (Inferior), উদাহরণ : **কুমড়ো, সূর্যমুখী** ইত্যাদি।

7.48. বৃত্যংশ ও দলাংশের সজ্জা বৈচিত্র্য [Variation in the arrangement of sepals and petals]

মুকুল অবস্থায় বৃত্যংশ ও দলাংশের বিশেষ বিশেষ সজ্জারীতিকে **পুষ্পপত্রবিন্যাস** (Floral phyllotaxy) বা **এস্টিভেশান** (Aestivation) বলে। পুষ্পপত্রবিন্যাস নিম্নরূপ (চিত্র : 7.62) :—

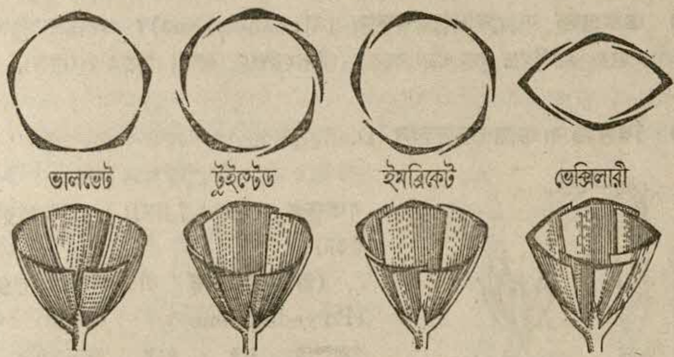
(1) **ভালভেট** (Valvate) : এক্ষেত্রে পুষ্পপত্রের (বৃত্যংশ বা দলাংশ) প্রান্তগুলি কেবল পরস্পরকে স্পর্শ করে থাকে, অথবা খুব কাছাকাছি বিন্যস্ত থাকে কিন্তু কখনই একে অন্যকে আবৃত করে না। উদাহরণ : **আতা, কাঁঠালচাঁপা, লজ্জাবতী** ইত্যাদি।

(2) **টুইস্টেড** (Twisted) : এক্ষেত্রে প্রতিটি পুষ্পপত্রের একপ্রান্ত নিয়মিতভাবে পাশের পুষ্পপত্রটিকে আংশিকভাবে আবৃত রাখে। উদাহরণ : **জবা, করবী, কার্পাস** ইত্যাদি।

(3) **ইমব্রিকেট** (Imbricate) : এক্ষেত্রে পাশাপাশি দুটি বৃত্যংশ বা দলাংশের মধ্যে অন্ততঃ একটির দু'প্রান্ত আবৃত ও অন্য একটির দু'প্রান্ত অনাবৃত থাকে এবং বাকি পুষ্পপত্রগুলি টুইস্টেড প্রকৃতিতে সজ্জিত থাকে। উদাহরণ : **কালকাসুন্দা, কৃষ্ণচূড়া** ইত্যাদি।

* অনেকে একে অর্ধ-অধিগর্ভ (Half-inferior) গর্ভাশয় বলেন।

(4) **ভেক্সিলারি** (Vexillary) : এই ধরনের পুষ্পপত্রবিন্যাস মটর গোত্রীয় ফুলের প্রজাপতিসম দলের (papilionaceous corolla) বিশেষত্ব। পাঁচটি দলাংশের মধ্যে



চিত্র : 7.62 বিভিন্ন প্রকার পুষ্পপত্রবিন্যাস

সবচেয়ে বড়টি অর্থাৎ **ধ্বজা** (Vexillum) আংশিকভাবে **পক্ষ** (Wing) দুটিকে ঢেকে রাখে। তেমনি পক্ষদুটিও নৌকাকৃতি যুগ্ম **তরীদল** (Keel or Carina)-কে আবৃত করে। উদাহরণ : **অপরাজিতা, বকফুল, মটর** ইত্যাদি।

7.49. ফুলের সমসংযোগজনিত বৈচিত্র্য [Variation in flowers due to cohesion]

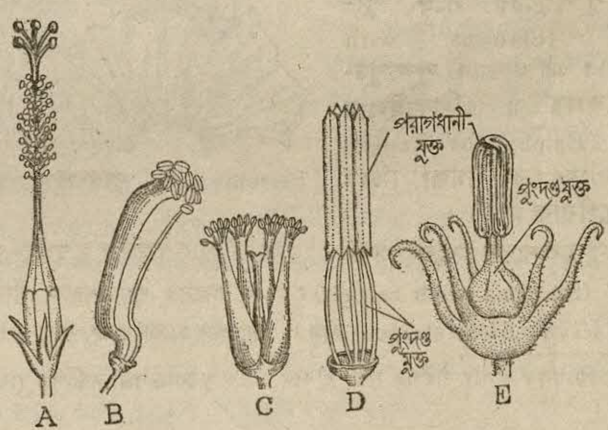
(A) **বৃত্যংশের সমসংযোগ** : উদাহরণ : **জবা, ধুতরা** ইত্যাদি।

(B) **দলাংশের সমসংযোগ** : উদাহরণ : **ধুতরা, কলমি, নয়নতারা** ইত্যাদি।

(C) **পুংকেশরের সমসংযোগ** (চিত্র : 7.63) :

(i) **যুক্ত পরাগধানী** বা **সিনজেনেসিয়াস পুংকেশর** (Syngenesious stamens)—কেবল পরাগধানী দ্বারা পুংকেশর পরস্পর যুক্ত থাকে। উদাহরণ : **সূর্যমুখী** (চিত্র : 7.63D)।

(ii) **সাইন্যানড্রাস পুংকেশর** (Synandrous stamen) : যখন পরাগধানী ও পুংদণ্ড উভয় দ্বারাই পুংকেশর যুক্ত থাকে উদাহরণ : **কুমড়ো** (চিত্র : 7.63E)।



চিত্র : 7.63 A-জবার একগুচ্ছ ; B-বকফুলের দ্বিগুচ্ছ ; C-লেবুর বহুগুচ্ছ পুংকেশর ; D-সিনজেনেসিয়াস পুংকেশর E-সাইন্যানড্রাস পুংকেশর

(iii) কেবল পুংদণ্ড দ্বারা পুংকেশর যুক্ত থাকলে সেই অবস্থাকে **অ্যাডেলফাস** (adelphous) বলে। এটি নিম্নরূপ :—

(1) **একগুচ্ছ** বা **মোনাডেলফাস** (Monadelphous) : এখানে পুংদণ্ডগুলি পরস্পর যুক্ত হয়ে একটিমাত্র গুচ্ছ গঠন করে। উদাহরণ : **জবা** (চিত্র : 7.63A), **তুলো** ইত্যাদি।

(2) **দ্বিগুচ্ছ** বা **ডায়াডেলফাস** (Diadelphous) : এখানে পুংদণ্ডগুলি পরস্পর যুক্ত হয়ে মাত্র দুটি গুচ্ছ গঠন করে। উদাহরণ : **বকফুল** (চিত্র : 7.63B), **অপরাজিতা** ইত্যাদি।

(3) **বহুগুচ্ছ** বা **পলিঅ্যাডেলফাস** (Polyadelphous) : এখানে পুংদণ্ডটি পরস্পর যুক্ত হয়ে অনেকগুলি গুচ্ছ গঠন করে। উদাহরণ : **লেবু** (চিত্র : 7.63C), **শিমূল** ইত্যাদি।

(D) **গর্ভপত্রের সমসংযোগ** : এখানে গর্ভপত্রগুলি পরস্পর যুক্ত অবস্থায় থাকে। এই অবস্থাকে **যুক্তগর্ভপত্রী গর্ভাশয়*** (Syncarpous ovary) (চিত্র : 7.64) বলে। উদাহরণ—**জবা, ঢেঁড়স** ইত্যাদি।

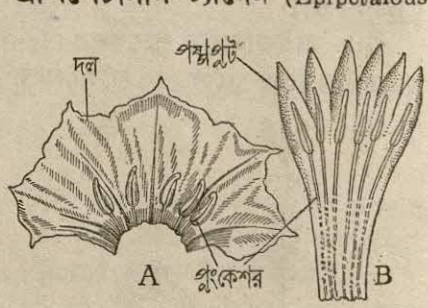


চিত্র : 7.64 গর্ভাশয়ের গঠন বৈচিত্র্য

7.50. ফুলের অসমসংযোগজনিত বৈচিত্র্য [Variation in flowers due to Adhesion]

(1) **দলমণ্ডলের সঙ্গে পুংকেশরের** (Stamens with corolla) : এই ধরনের পুংকেশরকে **দললগ্ন পুংকেশর** বা **এপিপেটালাস স্ট্যামেন** (Epipetalous stamen) বলে। উদাহরণ : **বেগুন** (7.65A), **ধুতরা, নয়নতারা** ইত্যাদি।

(2) **পুষ্পপুটের সঙ্গে পুংকেশরের** (Stamens with perianth) : এই অবস্থাকে **পুষ্পপুট-লগ্ন পুংকেশর** বা **এপিফাইলাস স্ট্যামেন** (Epiphyllous stamen) বলে। উদাহরণ : **রজনীগন্ধা** (চিত্র : 7.65B), **পেঁয়াজ** ইত্যাদি।



চিত্র : 7.65 A-দললগ্ন ও B পুষ্পপুট লগ্ন পুংকেশর

(3) **পুংকেশরের সঙ্গে গর্ভকেশরের** (Stamens with carpels) : এই ধরনের পুংকেশরকে **গাইন্যানড্রাস স্ট্যামেন** (Gynandrous stamen) বলে। উদাহরণ : **আকন্দ, রাস্না**, ইত্যাদি।

---

* গর্ভপত্রগুলি যুক্ত না হয়ে পরস্পর পৃথক থাকলে তাকে **মুক্তগর্ভপত্রী গর্ভাশয়** (Apocarpous ovary) বলে।

7.51. পুংদণ্ডের সঙ্গে পরাগধানীর সংযুক্তির বৈচিত্র্য [Variation in the mode of fixation of anther with filament]

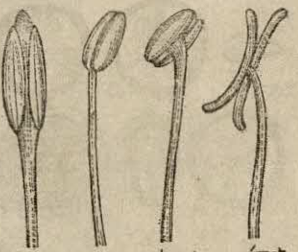
সংযুক্তির তারতম্য অনুসারে পরাগধানী নানাপ্রকার (চিত্র : 7.66), যেমন—

(1) **পার্শ্বলগ্ন** বা **অ্যাডনেট** (Adnate) : পরাগধানীর সমগ্র পৃষ্ঠদেশ বরাবর পুংদণ্ড সংলগ্ন থাকলে তাকে অ্যাডনেট বলে। উদাহরণ : **চাঁপা, শালুক**, ইত্যাদি।

(2) **পাদলগ্ন** বা **বেসিফিক্সড** (Basifixed) : পরাগধানীর মূলদেশে পুংদণ্ড সংলগ্ন থাকলে তাকে বেসিফিক্সড বলে। উদাহরণ : **সরিষা**।

(3) **পৃষ্ঠলগ্ন** বা **ডরসিফিক্সড** (Dorsifixed) : পরাগধানীর পৃষ্ঠদেশে মধ্যবিন্দুতে পুংদণ্ড সংলগ্ন থাকলে তাকে ডরসিফিক্সড বলে। উদাহরণ : **ঝুমকোলতা**।

(4) **সর্বমুখ** বা **ভারসেটাইল** (Versatile) : পরাগধানী পুংদণ্ডের সূচালো অগ্রভাগের দ্বারা যুক্ত থেকে যেদিকে খুসী ইচ্ছামতো দুলতে পারলে তাকে ভারসেটাইল বলে। উদাহরণ : **ধান, গম, ঘাস** ইত্যাদি।



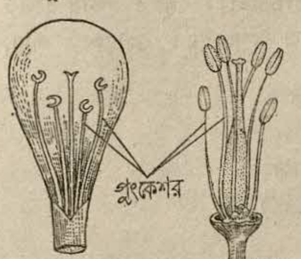
চিত্র : 7.66 পুংদণ্ডের সঙ্গে পরাগধানীর সংযুক্তির বৈচিত্র্য

7.52. পুংকেশরের আপেক্ষিক দৈর্ঘ্য বৈচিত্র্য [Variation in respect of relative length of stamens]

ফুলের পুংকেশর সাধারণত সমউচ্চতায় অবস্থান করে। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে পুংদণ্ড ছোট-বড় হওয়ায় পুংকেশরের উচ্চতা অসম হয়। যেমন—

(1) **দীর্ঘদ্বয়ী** বা **ডাইডিনেমাস** (Didynamous) : চারটি পুংকেশরের মধ্যে যখন দুটি বড় ও দুটি ছোট হয়। উদাহরণ : **তুলসী, শ্বেতদ্রোণ** (চিত্র : 7.67)।

(2) **দীর্ঘ চতুষ্টয়ী** বা **টেট্রাডিনেমাস** (Tetradynamous) : ছ'টি পুংকেশরের মধ্যে চারটি বড় ও দুটি ছোট হয়। উদাহরণ : **সরিষা, মুলা** (চিত্র : 7.67)।



চিত্র : 7.67 পুংকেশরের আপেক্ষিক দৈর্ঘ্য বৈচিত্র্য

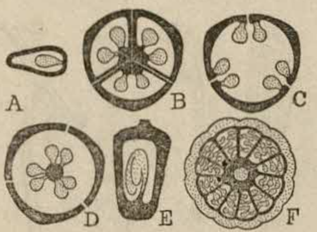
7.53. অমরাবিন্যাস [Placentation]

গর্ভাশয়ের অন্তঃপ্রাকার থেকে উদগত ডিম্বকবহনকারী স্থূল অংশকে **অমরা** বা **প্ল্যাসেন্টা** বলে। অমরার সজ্জাপদ্ধতিকে **অমরাবিন্যাস** বা **প্ল্যাসেণ্টেশান** বলে (চিত্র : 7.68)। অমরাবিন্যাস বিভিন্ন প্রকার :—

(1) **প্রান্তীয়** বা **মারজিনাল** (Marginal) : একপ্রকোষ্ঠী ও একগর্ভপত্রী গর্ভকেশরের অঙ্কীয় সন্ধি বরাবর অমরা উৎপন্ন হলে তাকে প্রান্তীয় অমরাবিন্যাস বলে। উদাহরণ : **সীম, মটর, ছোলা, বকফুল** ইত্যাদি (A)।

(2) **বহুপ্রান্তীয়** বা **প্যারাইটাল** (Parietal) ঃ একপ্রকোষ্ঠী ও একাধিক যুক্তগর্ভপত্রী গর্ভাশয়ের অক্ষীয় সন্ধি বরাবর অনেকগুলি অমরা উৎপন্ন হলে তাকে বহুপ্রান্তীয় অমরাবিন্যাস বলে। উদাহরণ ঃ **শশা, পেঁপে, কুমড়ো** ইত্যাদি (C)।

(3) **অক্ষীয়** বা **অ্যাক্সাইল** (Axile) ঃ একাধিক গর্ভপত্রবিশিষ্ট যুক্তগর্ভপত্রী গর্ভাশয়ের কেন্দ্রে গর্ভপত্রগুলি জুড়ে গিয়ে বহু প্রকোষ্ঠ গঠন করলে এবং অক্ষীয় সন্ধির ভিতরের দিকে অমরার সৃষ্টি হলে তাকে অক্ষীয় অমরাবিন্যাস বলে। উদাহরণ ঃ **জবা, রজনীগন্ধা, ধুতরা** ইত্যাদি (B)।



চিত্র ঃ 7.68 বিভিন্ন প্রকার অমরাবিন্যাস—
A-প্রান্তীয় ; B-অক্ষীয় ; C-বহু প্রান্তীয় ;
D-মুক্তকেন্দ্রীয় ; E-মূলীয় ও F-গাত্রীয়

(4) **মুক্তকেন্দ্রীয়** বা **ফ্রি-সেন্ট্রাল** (Free-Central) ঃ এটি মূলত অক্ষীয় বিন্যাস। কিন্তু গর্ভাশয় পরিণত হলে প্রকোষ্ঠগুলির বিভেদপ্রাকার বিলুপ্ত হয় এবং গর্ভাশয় একপ্রকোষ্ঠী হয়ে যায়। উদাহরণ ঃ **গিমেশাক, তুলিপ** ইত্যাদি (D)। এ ছাড়া পুষ্পাক্ষ গর্ভাশয়ের ভিতরে কিছুটা প্রসারিত হয়ে অমরা উৎপন্ন করে। উদাহরণ ঃ **প্রাইমুলা**।

(5) **মূলীয়** বা **বেসাল** (Basal) ঃ একপ্রকোষ্ঠী গর্ভাশয়ে পুষ্পাক্ষের শীর্ষে একটি মাত্র ডিম্বক উৎপন্ন হলে সেই অমরাবিন্যাসকে মূলীয় বলে। উদাহরণ ঃ **গাঁদা, সূর্যমুখী** ইত্যাদি (E)।

(6) **গাত্রীয়** বা **সুপারফিসিয়াল** (Superficial) ঃ মূলত অক্ষীয় হলেও এক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় অক্ষ ও বিভেদ আকার থেকে সমভাবে অমরা উৎপন্ন হয়। উদাহরণ ঃ **পদ্ম, শালুক** ইত্যাদি (F)।

অমরাবিন্যাস
(Placentation)

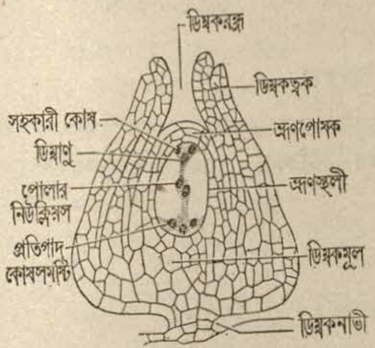
- (একগর্ভপত্রী গর্ভাশয়)
  - প্রান্তীয় (Marginal) উদা. মটর
- (যুক্তগর্ভপত্রী গর্ভাশয়)
  - বহুপ্রান্তীয় (Parietal) উদা. শশা
  - অক্ষীয় (Axile) উদা. জবা
  - মুক্তকেন্দ্রীয় (Free Central) উদা. গিমেশাক
  - মূলীয় (Basal) উদা গাঁদা
  - গাত্রীয় (Superficial) উদা. শালুক

7.54. ডিম্বক ও ডিম্বকের গঠন [Ovule and its structure]

গর্ভাশয়ের ভিতরে অমরার সঙ্গে যুক্ত ডিম্বাকার বা গোলাকার বিশেষ অঙ্গকে **ডিম্বক** বা **ওভিউল** বলে। ডিম্বক নিম্নলিখিত অংশগুলিতে বিভক্ত (চিত্র ঃ 7.69) ঃ

(1) **ডিম্বকনাভী** বা **ফানিকিউলস** বা **ফানিকল** (Funiculus or funicle) ঃ যে সরু বৃন্ত ডিম্বককে অমরার সঙ্গে যুক্ত রাখে তাকে ডিম্বকনাভী বলে। ডিম্বকনাভী থেকে ডিম্বক ঝরে গেলে ডিম্বকে যে দাগ থাকে তাকে **ডিম্বকনাভিচিহ্ন** (Hilum) বলে।

(2) **ভ্রূণপোষক** বা **নিউসেলস** (Nucellus) ঃ যে বিশেষ কলায় ডিম্বকদেহ গঠিত তাকে ভ্রূণপোষক বলে।



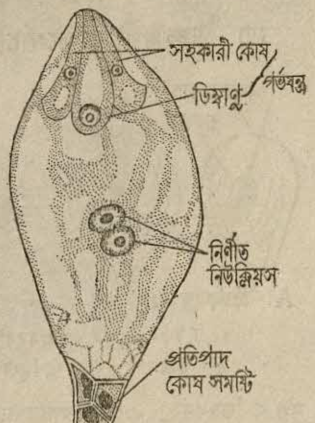
চিত্র : 7.69 ডিম্বকের গঠন

(3) **ডিম্বকত্বক** বা **ইনটেগুমেন্ট** (Integument) ঃ ভ্রূণপোষকের উপরে পরপর দুটি আবরণকে ডিম্বকত্বক বলে—বাইরেরটি **বহিঃডিম্বকত্বক** (outer integument) এবং ভিতরেরটি **অন্তঃ-ডিম্বকত্বক** (Inner integument)।

(4) **ডিম্বকমূল** বা **কালাজা** (Chalaza) ঃ ডিম্বকের যে স্থান থেকে ডিম্বকত্বক উৎপন্ন হয় সেই স্থানটিকে ডিম্বকমূল বলে।

(5) **ডিম্বকরন্ধ্র** বা **মাইক্রোপাইল** (Micropyle) ঃ ডিম্বকত্বক দ্বারা আবৃত ডিম্বকের ছিদ্রকে ডিম্বকরন্ধ্র বলে।

(6) **ভ্রূণস্থলী** বা **এম্ব্রিওস্যাক** (Embryo sac) ঃ ডিম্বকরন্ধ্রের নিকটে ভ্রূণপোষকের মধ্যে অবস্থিত ডিম্বাকার থলিকে ভ্রূণস্থলী (চিত্র ঃ 7.70) বলে। ভ্রূণস্থলীতে (চিত্র ঃ 7.70) আটটি নিউক্লিয়স বিশেষ এক পদ্ধতিতে সজ্জিত থাকে। এগুলির মধ্যে ডিম্বকরন্ধ্রের নিকটবর্তী তিনটি নিউক্লিয়স সূক্ষ্ম পর্দায় আবৃত হয়ে **গর্ভযন্ত্র** বা **এগ্-অ্যাপারেটাস** (Egg-apparatus) গঠন করে। তিনটির মধ্যে নীচেরটি **ডিম্বাণু** (Ovum) বা **এগ্** (Egg), উপরের দুটি **সহকারী কোষ** বা **সাইনারজিড** (Synergids)। ডিম্বকমূলের দিকে পর্দা দ্বারা আবৃত তিনটি কোষগুচ্ছকে **প্রতিপাদ কোষসমষ্টি** বা **অ্যান্টিপোডাল সেলস** (Antipodal cells) বলে। ভ্রূণস্থলীর মাঝের নিউক্লিয়স দুটিকে **নির্ণীত নিউক্লিয়স** বা **পোলার নিউক্লিয়স** (Polar nucleus) বলে। এ দুটি মিলিত হয়ে গঠন করে **ডেফিনিটিভ নিউক্লিয়স** (Definitive uncleus) বা **সেকেণ্ডারী নিউক্লিয়স** (Secondary nucleus)।



চিত্র ঃ 7.70 ভ্রূণস্থলীর গঠন

ডিম্বকের গঠনের ছক ঃ

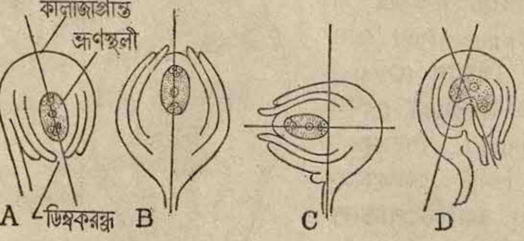
- ডিম্বক
  - ডিম্বকনাভী ও ডিম্বকনাভিচিহ্ন
  - ভ্রূণপোষক
  - ডিম্বকত্বক
    - বহিঃ ডিম্বকত্বক
    - অন্তঃ ডিম্বকত্বক
  - ডিম্বকমূল
  - ডিম্বকরন্ধ্র
  - ভ্রূণস্থলী
    - গর্ভযন্ত্র
      - ডিম্বাণু
      - সহকারী কোষ
    - পোলার নিউক্লিয়াস
    - প্রতিপাদ কোষসমষ্টি

7.55 ডিম্বকের অবস্থান বৈচিত্র্য [Variation in the position of ovules]

ডিম্বকনাভীর সঙ্গে ভ্রূণস্থলী ও ডিম্বকরন্ধ্রের আপেক্ষিক সজ্জাপদ্ধতির তারতম্য অনুসারে ডিম্বক নানাপ্রকার (চিত্র ঃ 7.71) : যেমন—

(1) **অধোমুখী** বা **অ্যানাট্রোপাস** (Anatropous) ঃ ডিম্বকরন্ধ্র নীচের দিকে, ডিম্বকমূল উপরের দিকে এবং ডিম্বকনাভী ডিম্বকরন্ধ্রের কাছে পাশাপাশি অবস্থান করে। উদাহরণ ঃ **মটর, রেড়ি** ইত্যাদি।

(2) **ঊর্ধ্বমুখী** বা **অর্থোট্রোপাস** (Orthotropous) ঃ যখন ডিম্বক খাড়াভাবে থাকে এবং ডিম্বকরন্ধ্র, ডিম্বকমূল ও ডিম্বকনাভী একই সরলরেখায় অবস্থান করে। উদাহরণ ঃ **টক-পালং, পানমরিচ** ইত্যাদি।



চিত্র ঃ 7.71 ডিম্বকের অবস্থান বৈচিত্র্য A—অধোমুখী ; B—ঊর্ধ্বমুখী ; C—পার্শ্বমুখী ও D—বক্রমুখী

(3) **পার্শ্বমুখী** বা **অ্যাম্ফিট্রোপাস** (Ampitropous) ঃ যখন ডিম্বকমূল ও ডিম্বকরন্ধ্র, একই সরলরেখায় থাকে কিন্তু ডিম্বকনাভীর সঙ্গে লম্বভাবে যুক্ত থাকে। উদাহরণ ঃ **পোস্ত, ক্ষুদিপানা** ইত্যাদি।

(4) **বক্রমুখী** বা **ক্যাম্পাইলোট্রোপাস** (Campylotropous) ঃ যখন পার্শ্বমুখী ডিম্বকের আকৃতি ঘোড়ার খুরের মতো বাঁকা হয়। উদাহরণ ঃ **শিমেশাক, কৃষ্ণকলি** ইত্যাদি।

7.56. ডিম্বক ও বীজের সম্বন্ধ [Relation between ovule and seed]

নিষিক্ত ডিম্বক পরিবর্তিত হয়ে বীজ গঠন করে। ডিম্বকের কোন্ অংশ বীজের কি কি অংশ গঠন করে তা নীচে দেখান হল ঃ

ডিম্বক [Ovule]	বীজ [Seed]
(1) ডিম্বকনাভী (Funiculus)	(1) বীজবৃন্ত (Seed stalk)
(2) বহিঃ ডিম্বকত্বক (Outer integument)	(2) বীজবহিস্ত্বক (Testa)
(3) অন্তঃ ডিম্বকত্বক (Inner integument)	(3) বীজ অন্তস্ত্বক (Tegmen)
(4) ডিম্বকরন্ধ্র (Micropyle)	(4) বীজরন্ধ্র (Micropyle)
(5) ডিম্বকনাভিচিহ্ন (Hilum)	(5) বীজনাভিচিহ্ন (Hilum)
(6) ভ্রূণপোষক (Nucellus)	(6) পরিভ্রূণ (Perisperm) বা অবলুপ্ত
(7) ডিম্বাণু (Egg)	(7) ভ্রূণ (Embryo)
(8) সহকারী কোষ (Synergids)	(8) অবলুপ্ত
(9) প্রতিপাদ কোষসমষ্টি (Antipodal cells)	(9) অবলুপ্ত
(20) ডেফিনিটিভ নিউক্লিয়স (Definitive nucleus)	(10) সস্য (Endosperm) বা অবলুপ্ত

7.57. পুষ্প একটি পরিবর্তিত বিটপ [Flower is a modified shoot]

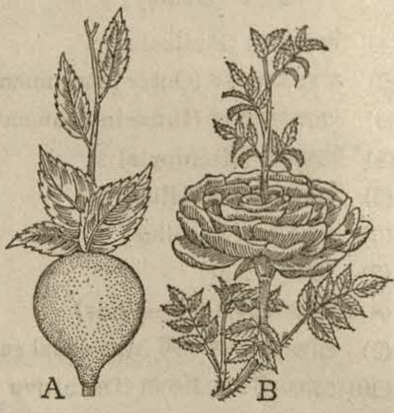
কাণ্ড ও পাতার সম্মিলিত রূপ বিটপ। আপাতদৃষ্টিতে ফুলের সঙ্গে বিটপের প্রকৃত কোন সম্বন্ধ আছে কিনা বোঝা যায় না। কিন্তু উভয়ের উৎপত্তি, অবস্থান, সামগ্রিক



চিত্র ঃ 7.72 পুষ্পাক্ষের কাণ্ড-প্রকৃতি A—শ্বেত হুড়হুড়ের (গাইনানড্রপসিস পেনটাফাইলা) পুংধর ; B—ক্যাপারিসের স্ত্রীধর ; C—ঝুমকোলতার পুংধর

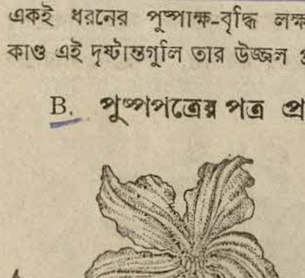
গঠন পর্যালোচনা করলে পুষ্পাক্ষটি যে কাণ্ড থেকে রূপান্তরিত হয়েছে এবং বৃত্যংশ, দলাংশ, পুংকেশর, গর্ভকেশর প্রভৃতি অঙ্গগুলি প্রকৃতপক্ষে যে পাতারই পরিবর্তিত রূপ তা স্পষ্টই বোঝা যায়। এই বক্তব্যের স্বপক্ষে এখানে কতকগুলি যুক্তি উপস্থাপিত করা হল ঃ

A. **পুষ্পাক্ষের কাণ্ড প্রকৃতি** (Axis-nature of the thalamus) : কাণ্ড ও তার শাখা-প্রশাখা পাতা বহন করে। পুষ্পাক্ষও কাণ্ডের মতো পুষ্পপত্র ধারণ করে। কাণ্ডের মতো পুষ্পাক্ষেরও আছে পর্ব ও পর্বমধ্য—তবে সেগুলি অস্পষ্ট। শ্বেত হুড়হুড়ে, বাঘ-আঁচড়া, ঝুমকোলতা প্রভৃতি ফুলের পুষ্পাক্ষ যথেষ্ট লম্বা ; পর্ব ও পর্বমধ্য গুলিও খুব স্পষ্ট। এইসব ক্ষেত্রে দলমণ্ডল ও পুংস্তবকের মধ্যবর্তী দীর্ঘ পর্বমধ্যকে **পুংধর** বা **অ্যানড্রোফোর** (Androphore) বলে (চিত্র : 7.72A ও C)। তেমনি পুংস্তবক স্ত্রীস্তবকের মধ্যবর্তী দীর্ঘ পর্বমধ্য **স্ত্রীধর** বা **গাইনোফোর** (Gynophore) নামে পরিচিত। উদাহরণ : **শ্বেত হুড়হুড়ে, ক্যাপারিস** ইত্যাদি (চিত্র : 7.72A ও B)। সাধারণত পুষ্পাক্ষের শীর্ষে স্ত্রীস্তবক থাকায় তার বৃদ্ধি সীমিত। কিন্তু চারটি স্তবক ধারণ করার পরেও **জংলী গোলাপ** (Monostrous rose)-এর পুষ্পাক্ষ ফুলকে ভেদ করে পুনরায় স্বাভাবিক কাণ্ডের মতো শাখা-প্রশাখা ও পাতা ধারণ করে এবং এই ভাবেই পুষ্পাক্ষের কাণ্ডচরিত্র প্রকাশ করে (চিত্র : 7.73B)। সময় সময় নাশপাতিতেও ঐ একই ধরনের পুষ্পাক্ষ-বৃদ্ধি লক্ষ্য করা যায় (চিত্র : 7.73A)। পুষ্পাক্ষ যে প্রকৃতপক্ষে কাণ্ড এই দৃষ্টান্তগুলি তার উজ্জ্বল প্রমাণ।



চিত্র : 7.73 A—নাশপাতি ; B—জংলী গোলাপ

B. **পুষ্পপত্রের পত্র প্রকৃতি** (Leaf-nature of floral leaves) : বৃতি ও বৃত্যংশ সাধারণত পাতার মতো সবুজ। বৃত্যংশের শিরাবিন্যাস রীতি পত্রের শিরাবিন্যাস রীতির অনুরূপ। উভয় ক্ষেত্রেই আছে পত্ররন্ধ্র। **মুসাণ্ডায়** (*Mussaenda*) পাঁচটি বৃত্যংশের একটি দেখতে হুবহু সাধারণ পাতার মতো (চিত্র : 7.74)। পুংকেশরের আকৃতি সাধারণত পাতার মতো হয় না। কিন্তু **শালুকফুলের** গর্ভকেশর ও পুংকেশরগুলি পর্যবেক্ষণ করলে কিভাবে বৃত্যংশ পরিবর্তিত হতে হতে প্রথমে পুংকেশরে ও পরে গর্ভকেশরে রূপান্তরিত হয় তা স্পষ্ট বোঝা যায় (চিত্র : 7.75)। অনেক ক্ষেত্রেই জবা, অপরাজিতা, রজনীগন্ধা, স্থলপদ্ম, গোলাপ প্রভৃতি ফুলের অধিকাংশ পুংকেশর পাপড়িতে রূপান্তরিত হয়ে যায়। সুতরাং উপরের দৃষ্টান্তগুলি থেকে সিদ্ধান্ত হল পুংকেশর, দলাংশ, বৃত্যংশ প্রভৃতি অংশগুলি প্রকৃতপক্ষে পাতার পরিবর্তিত রূপ।

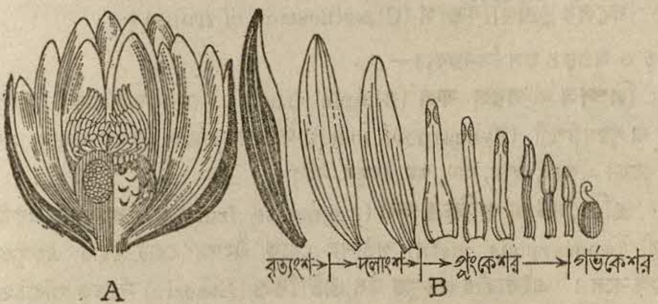


চিত্র : 7.74 মুসাণ্ডা

C. **পুষ্পপত্রের সজ্জা-পদ্ধতি** (Arrangement of floral-leaves) : বৃত্যংশ,

দলাংশ, পুংকেশর প্রভৃতি পুষ্পপত্রগুলির সজ্জাপদ্ধতি পত্রবিন্যাস রীতিকেই অনুসরণ করে, অর্থাৎ পুষ্পপত্রগুলি পাতার চরিত্রকে প্রকাশ করে।

D. পুষ্পমুকুল ও জায়মান মুকুলের সদৃশ্য (Similarities between floral buds and vegetative buds) ঃ উভয় মুকুলই কাণ্ডের শীর্ষে বা পাতার কক্ষে জন্মায়। জায়মান মুকুলের পত্রবিন্যাস ও পুষ্পপত্রের পত্রবিন্যাস একই প্রকৃতির।



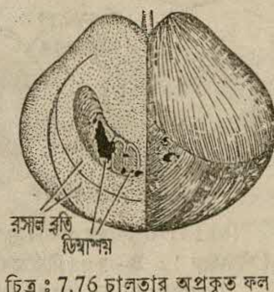
চিত্র : 7.75 A—এক চতুর্থাংশ কর্তিত শালুক ফুল ; B—বৃত্যংশ থেকে গর্ভকেশরে ক্রমরূপান্তর

E. পুষ্পমুকুলের জায়মান মুকুলে রূপান্তর (Transformation of floral buds to vegetative buds) ঃ খামালু (চিত্র ঃ 7.43), গ্লোব্বা প্রভৃতি গাছের পুষ্পমুকুল **বাল্‌বিল** (Bulbil) নামে জায়মান মুকুলে রূপান্তরিত হয়। আনারসের মঞ্জরীদণ্ডের শীর্ষে অবস্থিত এক বা একাধিক মুকুল এই পরিবর্তনের স্বপক্ষে রায় দেয়।

উপরের আলোচনা থেকে প্রমাণিত হল, **পুষ্প প্রকৃতপক্ষে একটি পরিবর্তিত বিটপ**।

7.58. ফল
[Fruit]

(i) **সংজ্ঞা ঃ নিষিক্ত, পরিপক্ক ও পরিণত ডিম্বাশয়কে ফল বলে।** কেবলমাত্র ডিম্বাশয়ই নয়, অনেকসময় ফুলের অন্যান্য অংশও ফল গঠনে অংশগ্রহণ করে। শুধুমাত্র ডিম্বাশয় থেকে উৎপন্ন ফলকে **প্রকৃত ফল** বা **ট্রু ফ্রুট (True fruit)** বলে। যেমন, আম, জাম, কুমড়ো। বৃতি, পুষ্পমঞ্জরী, পুষ্পাধার (Thalamus) প্রভৃতি পরিবর্তিত হয়ে যে ফল গঠন করে তাকে **অপ্রকৃত ফল** বা **ফলস ফ্রুট** (False fruit or Spurious fruit) বলে। যেমন—চালতার বৃতি (চিত্র : 7.76), কাঁঠাল ও আনারসের সমগ্র পুষ্পমঞ্জরী, নাশপাতি ও আপেলের পুষ্পাধার প্রভৃতি ফল গঠনে অংশ নেয়।



চিত্র : 7.76 চালতার অপ্রকৃত ফল

(ii) **ফলের অংশ** (Parts of a fruit) ঃ প্রকৃত ফলের ত্বকের নাম **পেরিকার্প**

(Pericarp) বা ফলত্বক (fruit-coat)। পেরিকার্প সাধারণত তিন স্তরে বিভক্ত। বাইরের স্তরটি **এপিকার্প** বা **বহিঃফলত্বক** (Epicarp), মধ্যেরটি **মেসোকার্প** বা **মধ্যফলত্বক** (Mesocarp) এবং ভিতরের স্তরটি **এণ্ডোকার্প** বা **অন্তঃফলত্বক** (Endocarp)।

(iii) **ফলের শ্রেণীবিভাগ** (Classification of fruits):

প্রকৃত ও অপ্রকৃত ফল তিনপ্রকার—

(a) **সিম্পল** বা **সরল ফল** (Simple fruit): কেবলমাত্র একটি ফুলের এক-গর্ভপত্রী বা যুক্তগর্ভপত্রী (Syncarpous pistil) গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন ফলকে সরল ফল বলে। যেমন—আম, জাম, ধান, গম, বেগুন, মটর।

(b) **এগ্রিগেট** বা **গুচ্ছিত ফল** (Aggregate fruit): কেবলমাত্র একটি ফুলের মুক্তগর্ভপত্রী (apocarpous pistil) গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন ছোট ছোট একগুচ্ছ ফলকে গুচ্ছিত ফল বলে। এইজাতীয় একগুচ্ছ ফল **এটারিও** (Etaerio) নামেও পরিচিত।

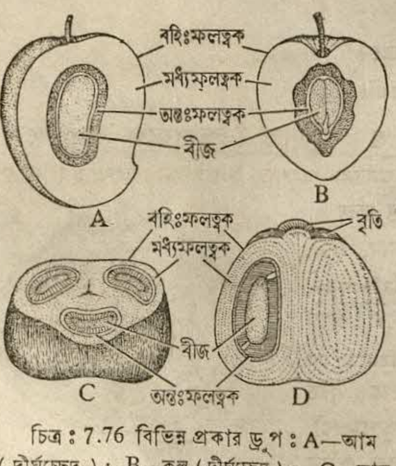
(c) **মালটিপল** বা **যৌগিকফল** (Multiple fruit): যখন সমগ্র পুষ্পমঞ্জরী ফল গঠনে অংশ নেয় তাকে **মালটিপল** বা **যৌগিক ফল** বলে। যেমন—আনারস, কাঁঠাল, ডুমুর।

সরল ফল [Simple fruit]

সরল ফল প্রধানত দু'প্রকার—**সরস** (Fleshy) ও **নিরস** (Dry)।

সরস ফল (Fleshy fruit): শাঁসযুক্ত ও রসাল সব ফলই সরস। সরস ফলের ফলত্বক পরিণত হলেও কখনই ফাটে না। সরস ফল বিভিন্ন প্রকার যেমন—

(1) **ড্রুপ** (Drupe): একপ্রকোষ্ঠী, একগর্ভপত্রী, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে ড্রুপ গঠিত হয়। স্পষ্টতই ফলত্বক তিনটি স্তরে বিভক্ত—বাইরের ত্বক পাতলা, মধ্যের ত্বক শাঁসাল, ভিতরের ত্বক কঠিন। এই ফলে একটিমাত্র বীজ থাকে। যেমন—**আম, জাম, কুল। নারকেল, সুপারী** প্রভৃতি ড্রুপের মধ্যত্বক **তন্তুময়** (fibrous)। এইজাতীয় ফলকে **তন্তুময় ড্রুপ** (Fibrous drupe) বলে। সাধারণত তিনটি প্রকোষ্ঠ ও তিনটি বীজ যুক্ত ড্রুপ হল **তাল**।

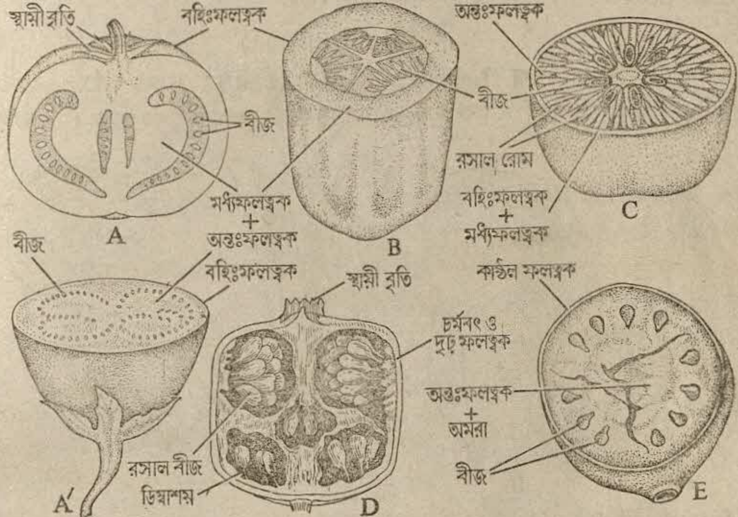


চিত্র: 7.76 বিভিন্ন প্রকার ড্রুপ: A—আম (দীর্ঘচ্ছেদ); B—কুল (দীর্ঘচ্ছেদ); C—তাল (প্রস্থচ্ছেদ); D—তাল (দীর্ঘচ্ছেদ)

(2) **বেরি** (Berry): এক বা একাধিক যুক্তগর্ভ পত্রবিশিষ্ট গর্ভাশয় থেকে বেরি গঠিত হয়। বেরির অন্তস্ত্বক ও মধ্যত্বক রসাল। বেগুন, টমাটো, প্রভৃতির ক্ষেত্রে, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে এবং পেয়ারা, কলা প্রভৃতির ক্ষেত্রে অধোগর্ভ গর্ভাশয় থেকে বেরি জন্মায়।

(3) **পেপো** (Pepo) : তিন যুক্তগর্ভপত্রী, বহুপ্রান্তীয় অমরাবিন্যাস বিশিষ্ট এই ফলের বহিস্ত্বক কঠিন খোলস গঠন করে। অমরার সঙ্গে বীজগুলি যুক্ত থাকে। যেমন—লাউ, কুমড়ো, শশা (চিত্র : 7.78B)।

(4) **হেসপেরিডিয়ম** (Hesperidium) : বহুপ্রকোষ্ঠী, যুক্তগর্ভপত্রী, অক্ষীয় অমরা বিন্যাসযুক্ত গর্ভাশয় থেকে এটি উৎপন্ন হয়। এই ফলের অন্তস্ত্বক ভিতরের দিকে ভাঁজ হয়ে

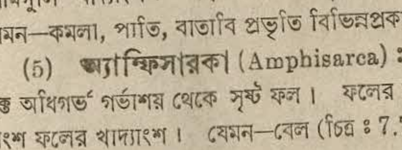


চিত্র : 7.78 বিভিন্ন প্রকার সরল (সরস) ফল : A ও A′—বেরী (A—টমাটো ; A′—বেগুন) ; B—পেপো (শশা) ; C—হেসপেরিডিয়ম (লেবু) ; D—বালাস্টা (বেদানা) ; E—অ্যাম্ফিসারকা (বেল)

একাধিক প্রকোষ্ঠ গঠন করে। গর্ভাশয়ের অন্তস্ত্বক থেকে নির্গত রসস্ফীত এককোষী রসাল রোমগুলি খাদ্যাংশ। এই ফলের বহিস্ত্বক ও মধ্যত্বক যুক্ত হয়ে চর্মবৎ আবরণ গঠন করে। যেমন—কমলা, পাতি, বাতাবি প্রভৃতি বিভিন্নপ্রকার লেবু (চিত্র : 7.78C)।

(5) **অ্যাম্ফিসারকা** (Amphisarca) : এটি যুক্তগর্ভপত্রী, বহুপ্রকোষ্ঠী এবং বহু বীজ-যুক্ত অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে সৃষ্ট ফল। ফলের বহিস্ত্বক কাষ্ঠল। অন্তস্ত্বক ও অমরার কিছু অংশ ফলের খাদ্যাংশ। যেমন—বেল (চিত্র : 7.78E), কদবেল।

(6) **বালাস্টা** (Balausta) : এটি যুক্তগর্ভপত্রী, বহু প্রকোষ্ঠযুক্ত অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে সৃষ্ট ফল। ফলের বহিস্ত্বক চর্মবৎ দৃঢ়। গর্ভপত্রগুলি দুটি স্তরে উপর-নীচে সাজান থাকে এবং পাতলা প্রাকার দ্বারা পরস্পর পৃথক থাকে। বীজের রসাল বীজত্বক খাদ্যাংশ। উদাহরণ—বেদানা (চিত্র : 7.78D), ডালিম।



চিত্র : 7.79 পোম (আপেল) : A—দীর্ঘচ্ছেদ এবং B—প্রস্থচ্ছেদ

(7) **পোম** (Pome) : দুই বা ততোধিক যুক্তগর্ভপত্রী, অধোগর্ভ গর্ভাশয় থেকে গঠিত ফল। এক্ষেত্রে রসাল পুষ্পাধার সম্পূর্ণভাবে গর্ভপত্রকে আবৃত করে। বহিঃফলত্বক ও সমগ্র পুষ্পাক্ষ খাদ্য হিসাবে গৃহীত হয়। যেমন—আপেল (চিত্র : 7.79), নাসপাতি, জামরুল।

নীরস ফল (Dry fruits)—এই জাতীয় ফলের খোসা শুষ্ক, ঝিল্লীময় এবং চর্মবৎ বা কাষ্ঠল হয়। নীরস ফল প্রধানত দু'প্রকার—(i) **বিদারী** বা **ডেহিসেন্ট** (Dehiscent) ও অবিদারী বা **ইনডেহিসেন্ট** (Indehiscent)।

বিদারী (Dehiscent)

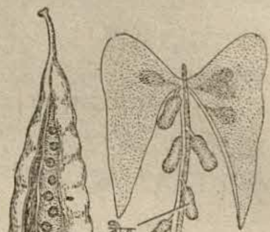
(1) **লেগুম** বা **শিম্ব** (Legume) বা **পড** (Pod) : একপ্রকোষ্ঠী, একগর্ভপত্র-বিশিষ্ট অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে সৃষ্ট নীরস বিদারী ফলকে শিম্ব বলে। গর্ভপত্রের



চিত্র : 7.80 বিভিন্ন প্রকার সরল (নিরস বিদারী) ফল : A—লেগুম (মটরশুঁটি) ; B—ফলিকল (আকন্দ) ; C—ক্যাপসিউল (ঢেঁড়স) ; D—ক্যাপসিউল (কার্পাস তুলা) ; E—ক্যাপসিউল (ধুতরা)

দু'দিকের সন্ধি বরাবর ফলটি বিদীর্ণ হয়। যেমন—মটরশুঁটি (চিত্র : 7.80A), সীম, অপরাজিতা, বকফুল।

(2) **ফলিকল** (Follicle) : এটি একপ্রকোষ্ঠী, যুক্তগর্ভপত্র বিশিষ্ট অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন ফল। পরিণত অবস্থায় শিম্বের মতো দু'দিকে না ফেটে কেবলমাত্র অঙ্কীয় সন্ধি বরাবর বিদীর্ণ হয়। যেমন—কালজিরা। দুটি গর্ভপত্র পৃথক পৃথক গর্ভাশয় গঠন করলে একই বৃন্তে দুটি ফলিকল উৎপন্ন হয়। বিদারণ পদ্ধতি অবশ্য একই। যেমন—আকন্দ (চিত্র : 7.80B), নয়নতারা।



চিত্র : 7.81 A—সিলিকুয়া (সরিষা) ; B—সিলিকিউলা (রাখালথলি)

(3) **ক্যাপসিউল** (Capsule) : একাধিক প্রকোষ্ঠযুক্ত ও একাধিক যুক্তগর্ভপত্রী, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন যে ফল পরিণত গর্ভপত্রগুলির সন্ধি বরাবর বিদীর্ণ হয় তাকে ক্যাপসিউল বলে। যেমন—ঢেঁড়স (চিত্র : 7.80C), কার্পাস তুলা (চিত্র : 7.80D), ধুতরা (চিত্র : 7.80E) ইত্যাদি।

(4) **সিলিকুয়া** (Siliqua) : এটি দুই প্রকোষ্ঠযুক্ত যুক্তগর্ভপত্রী, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন হয়। গর্ভাশয় প্রথমে একপ্রকোষ্ঠী থাকে, পরে একটি **ভ্রান্ত প্রাকার** বা **রেপ্লম** (replum) সৃষ্টি ক'রে দুইপ্রকোষ্ঠী হয়ে যায়। পরিণত অবস্থায় ফলটি নীচের দিক থেকে উপরের দিকে ফাটে এবং বীজগুলি রেপলমের গায়ে লেগে থাকে। যেমন—সরিষা (চিত্র : 7.81A), মূলা। ছোট আকৃতির কিন্তু বড় আকারের মাত্র কয়েকটা বীজযুক্ত সিলিকুয়াকে **সিলিকিউলা** (Silicula) বলে (চিত্র : 7.81B)। যেমন—রাখালথলি (Shepherd purse)

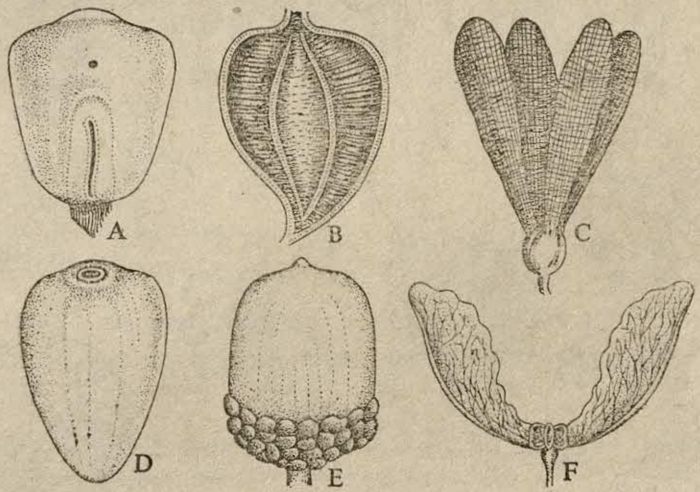
অবিদারী (Indehiscent)

এই জাতীয় শুষ্ক ফলের ত্বক কখনই বিদীর্ণ হয় না। এতে একটিমাত্র বীজ থাকে। অবিদারী ফল পাঁচ প্রকার—

(1) **ক্যারিঅপসিস** (Caryopsis) : একপ্রকোষ্ঠী, একগর্ভপত্রী, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে এই ফলটি উৎপন্ন হয়। এই জাতীয় ফলের ফলত্বক ও বীজত্বক অবিচ্ছেদ্যভাবে সংলগ্ন থাকে। যেমন—ধান, গম, ভুট্টা (চিত্র : 7.82A)।

(2) **অ্যাকীন** (Achene) : এটি ক্যারিঅপসিসের মতোই তবে এক্ষেত্রে বীজত্বক ও ফলত্বক অবিচ্ছেদ্য নয়, অর্থাৎ তাদের পরস্পর পৃথক করা যায়। যেমন—ছাগলবটি, সন্ধ্যামণি, কালজিরা (চিত্র : 7.82B)।

(3) **সিপসেলা** (Cypsella) : একপ্রকোষ্ঠী, যুক্তগর্ভপত্রী, অধোগর্ভ (Inferior) গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন ফল এটি। যেমন—গাঁদা, সূর্যমুখী (চিত্র : 7.82D)।



চিত্র : 7·82 বিভিন্ন প্রকার সরল (নীরস অবিদারী) ফল : A—ক্যারিঅপসিস (ভুট্টা) ; B—অ্যাকীন (কালজিরা) ; C—সামারয়েড (সাল) ; D—সিপসেলা (সূর্যমুখী) ; E—নাট (ওক) ; F সামারা (ম্যাপল)

(4) **নাট** (Nut) : যুক্ত একাধিক গর্ভপত্রী অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন ফল এটি। ফলত্বক চর্মবৎ ও কাঠল। যেমন—কাজুবাদাম, লিচু, ওক (চিত্রঃ 7.82E), রিঠা,

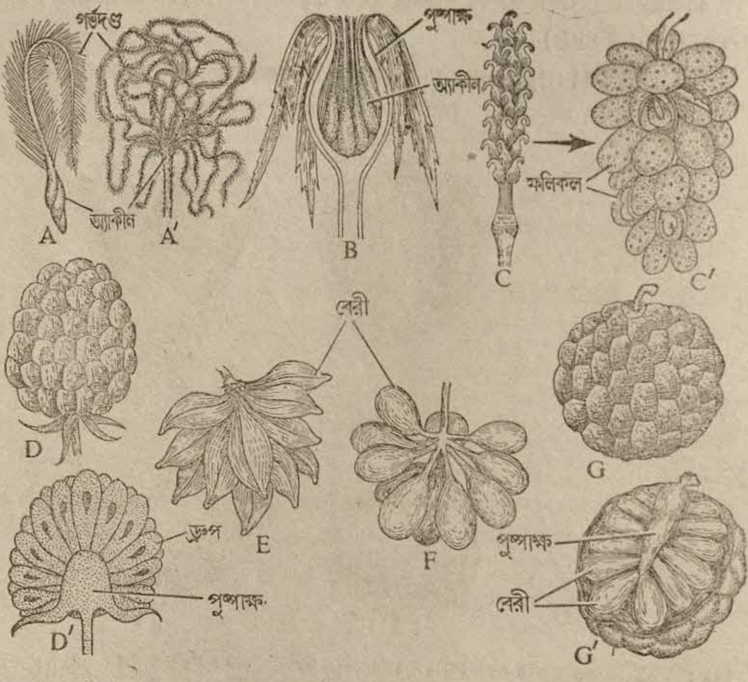
আঁশফল ইত্যাদি। লিচু বা আঁশফলের ফলত্বক ও বীজত্বকের মধ্যবর্তী **এরিল** (aril) হল খাদ্যাংশ। এটি প্রকৃতপক্ষে পরিবর্তিত রসাল ডিম্বকনাভী।

(5) **সামারা** (Samara) : এটি বহুগর্ভপত্রী, অধিগর্ভ গর্ভাশয় থেকে উৎপন্ন এমন ফল যার ফলত্বক প্রসারিত হয়ে পক্ষল হয়। পক্ষযুক্ত হওয়ার জন্য ফল সহজেই বিস্তৃত হতে পারে। যেমন—মাধবিলতা, ম্যাপল (চিত্র : 7.82F)। শালের ক্ষেত্রে ফলত্বকের পরিবর্তে বৃতি পরিবর্তিত হয়ে পক্ষল হয়। এই ধরনের ফলকে **সামারয়েড** (Samaroid) ফল বলে (চিত্র : 7.82C)।

গুচ্ছিত ফল [Aggregate fruit]

গুচ্ছিত ফলকে **ইটিরিও** (Etaerio) বলে। গুচ্ছিত ফলের নাম সরল ফলের প্রকৃতি ও নামানুসারে হয়ে থাকে।

(1) **অ্যাকীনের ইটিরিও** (Etaerio of achenes) : অ্যাকীনের গুচ্ছ। যেমন, ছাগলবটি (চিত্র : 7.83 A-A′), পদ্ম, গোলাপ (চিত্র : 7.83B)।



চিত্র : 7.83 বিভিন্ন প্রকার গুচ্ছিত ফল : A-A′—অ্যাকীনের ইটিরিও (ছাগলবটি) ; B—অ্যাকীনের ইটিরিও (গোলাপ) ; C-C′—ফলিকলের ইটিরিও (চাঁপা) ; D-D′—ড্রুপের ইটিরিও (র‍্যাসপবেরী) ; E-F— বেরীর ইটিরিও (E—কাঁঠালীচাঁপা, F—দেবদারু) ; G-G′—বেরীর ইটিরিও (আতা)

(2) **ফলিকলের ইটিরিও** (Etaerio of follicle) : ফলিকলের গুচ্ছ। যেমন—চাঁপা (চিত্র : 7.83C-C′), ছাতিম।

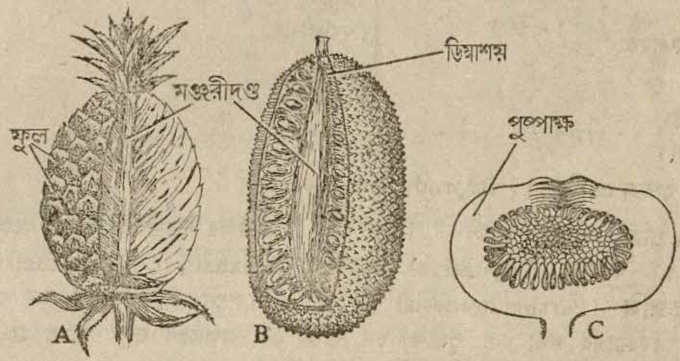
(3) **ড্রুপের ইটিরিও** (Etaerio of drupe) : ড্রুপের গুচ্ছ। যেমন—র‍্যাসপবেরী (চিত্র : 7.83D-D′)।

(4) **বেরীর ইটিরিও** (Etaerio of berry) : বেরির গুচ্ছ। যেমন—আতা (চিত্র : 7.83G-G′), কাঁঠালীচাঁপা (চিত্র : 7.83E), দেবদারু (চিত্র : 7.83F)।

যৌগিক ফল [Multiple fruit]

যৌগিক ফল দু'রকম :—

(1) **সোরোসিস** (Sorosis) : এটি ঘনসন্নিবিষ্ট স্ত্রীপুষ্পের স্পাইক নামক পুষ্পবিন্যাস থেকে সৃষ্টি হয়। যেমন—আনারস, কাঁঠাল (চিত্র : 7.84A ও B)। আনারসের



চিত্র : 7.84 বিভিন্ন প্রকার যৌগিক ফল : A—সোরোসিস (আনারস) ; B—সোরোসিস (কাঁঠাল) ; C—সাইকোনস (ডুমুর)

চোখ এক-একটি ফুলের অবস্থান নির্দেশ করে। ফলে রসাল মঞ্জরীপত্র, মঞ্জরীদণ্ড ও পুষ্পপুট খাদ্যাংশ। কাঁঠালের ক্ষেত্রে গর্ভপত্রের শীর্ষদেশ পরস্পর যুক্ত হয়ে কাঁটাযুক্ত ফলত্বক গঠন করে।

(2) **সাইকোনস** (Syconus) : এটি উদুম্বর বা হাইপ্যানথোডিয়ম পুষ্পমঞ্জরী থেকে জন্মায় এবং পুষ্পাক্ষ খাদ্যাংশ। যেমন—ডুমুর(চিত্র : 7.84C) বট।

পরপৃষ্ঠায় ফলের একটি ছক দেওয়া হল :—

ফল

- সরল
  - সরস
    - —ড্রুপ (আম)
    - —বেরী (বেগুন)
    - —পেপো (লাউ)
    - —পোম (আপেল)
    - —হেসপেরিডিয়ম (লেবু)
    - —অ্যাম্ফিসারকা (বেল)
    - —বালাষ্টা (বেদানা)
  - নিরস
    - বিদারী
      - —লেগুম (মটরশুঁটি)
      - —ফলিকল (আকন্দ)
      - —ক্যাপসিউল (ঢেঁড়স)
      - —সিলিকুয়া (সরিষা)
    - অবিদারী
      - —ক্যারিঅপসিস (ধান)
      - —অ্যাকীন (কালজিরা)
      - —সিপসেলা (গাঁদা)
      - —নাট (কাজুবাদাম)
      - —সামারা (মাধবীলতা)
- গুচ্ছিত
  - অ্যাকীনের ইটিরিও (পদ্ম)
  - ফলিকলের ইটিরিও (চাঁপা)
  - ড্রুপের ইটিরিও (র‍্যাসপবেরী)
  - বেরীর ইটিরিও (আতা)
- যৌগিক
  - সাইকোনাস (ডুমুর)
  - সোরোসিস (কাঁঠাল)

7.59. জনন প্রক্রিয়া [Reproductive process]

জনন প্রক্রিয়া জীবের বৈশিষ্ট্য। পরিণত জীব যে প্রক্রিয়ায় সন্তান উৎপাদন করে তাকে জনন বলে। **অঙ্গজ** (Vegetative), **অযৌন** (Asexual), **যৌন** (Sexual) **জনন** ও **অপুংজনি** (Parthenogenesis) পদ্ধতিতে জনন সম্পন্ন হতে পারে [জনন পদ্ধতির বিস্তারিত বিবরণের জন্য এই পুস্তকের ১ম খণ্ডের ৬ষ্ঠ অধ্যায়ের জনন অংশ দ্রষ্টব্য]। জনন প্রক্রিয়া কতকগুলি ধারাবাহিক অনুষ্ঠানের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়।

জনন প্রক্রিয়ার প্রস্তুতি (Preparatory stages of reproductive process)**:** প্রাথমিক পর্যায়ে **পরাগযোগ** (Pollination)-এর উপর জনন ক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল।

পরাগযোগ (Pollination)

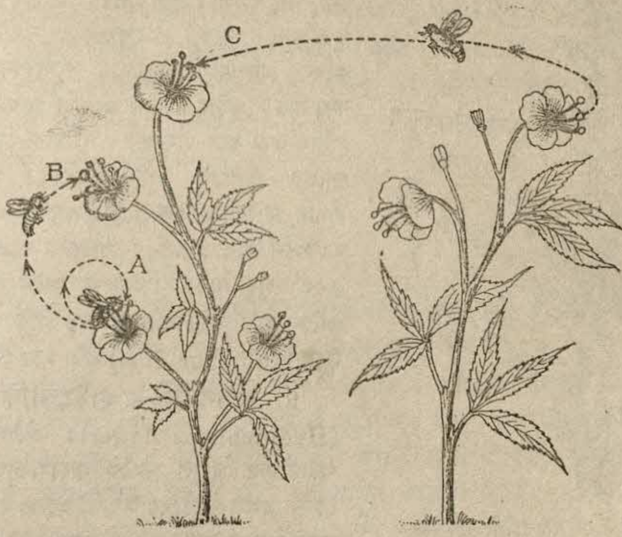
সংজ্ঞা : ফুলের পরাগধানী থেকে গর্ভমুণ্ডে পরাগের স্থানান্তরকে পরাগযোগ বলে।

পরাগযোগ দু'প্রকার —

স্বপরাগযোগ (Self-pollination) এবং **ইতর পরাগযোগ** (Cross-pollination) (চিত্র : 7.85)।

স্বপরাগযোগের সংজ্ঞা (Definition of self-pollination)**:** কোন ফুলের পরাগধানী থেকে উৎপন্ন পরাগ সেই ফুলের বা সেই গাছে উৎপন্ন অন্য কোন ফুলের গর্ভমুণ্ডে পড়লে তাকে **স্বপরাগযোগ** বলে (চিত্র : 7.85 A ও B)।

ইতর পরাগযোগের সংজ্ঞা (Definition of cross-pollination) : কোন ফুলের পরাগধানী থেকে উৎপন্ন পরাগ একই প্রজাতির অন্য কোন গাছে উৎপন্ন ফুলের গর্ভমুণ্ডে পড়লে তাকে **ইতর পরাগযোগ** বলে।



চিত্র : 7.85 পরাগযোগ প্রক্রিয়া : A—স্বপরাগযোগ ; B—স্বপরাগযোগ ; C—ইতর পরাগযোগ

পরাগযোগের বাহক (Agents of pollination) : উভলিঙ্গ ফুলে কোন কোন ক্ষেত্রে বাইরের সাহায্য ছাড়াই স্বপরাগযোগ ঘটে। তবে অধিকাংশ পরাগ স্বেচ্ছায় অধিক দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে না*। তাই পরাগযোগের জন্য কোন না কোন বাহকের প্রয়োজন। **বায়ু, জল, পতঙ্গ** ও অন্যান্য প্রাণী পরাগযোগের বাহক হিসাবে কাজ করে। বাহকের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে ফুলকে নিম্নলিখিত কয়েকটি ভাগে ভাগ করা যায়—

1. **বায়ুপরাগী** বা **অ্যানিমোফিলাস ফুল** (Anemophilous flowers) : যে ফুলের পরাগকে বায়ু বহন করে তাকে বায়ুপরাগী ফুল বলে।

বায়ুপরাগী ফুলের বৈশিষ্ট্য (Characteristic features of anemophilous flowers) (i) ফুলগুলি সাধারণত **সাদা** বা **অনুজ্জ্বল, ক্ষুদ্রাকৃতি** এবং দেখতে সুন্দর নয়।

(ii) ফুলে **গন্ধ থাকে না**।

(iii) ফুলে **মকরন্দ** (nectar) জমে না।

(iv) পুংদণ্ড লম্বা—**দোদুল্যমান পরাগধানী দলমণ্ডলের বাইরে চলে আসে**।

(v) বাহিত হবার সময় যে অপচয় হয় তা পুরণ করার জন্য পরাগ **বেশী পরিমাণে সৃষ্টি হয়**।

(vi) ওড়ার সুবিধার জন্য **পরাগ অত্যন্ত হাল্কা** হয়।

* ব্যতিক্রম—পাইনের পরাগ নিজস্ব ডানায় ভর করে বহুদূর অতিক্রম করতে পারে।

(vii) **গর্ভমুণ্ড শাখাসম্বলিত ও পক্ষল** (feathery) হয় যাতে উড়ন্ত পরাগ সহজে ধরা পড়ে ।



চিত্র : 7.86 বায়ুপরাগী ভুট্টা গাছ

ধান, ভুট্টা (চিত্র : 7.86) প্রভৃতি গাছের ফুল বায়ুপরাগী। ভুট্টা গাছের আগায় পুং পুষ্পে পুষ্পবিন্যাস থাকে। অপেক্ষাকৃত নীচে পাতার কক্ষে একাধিক স্ত্রীপুষ্পের পুষ্পবিন্যাস লক্ষ্য করা যায়। ভুট্টার গর্ভমুণ্ড একগুচ্ছ রেশমী সূতোয় পরিবর্তিত হয়ে এমনভাবে ঝুলতে থাকে যাতে গাছের উপরের দিকে অবস্থিত পুংপুষ্পের পরাগ বাতাস-বাহিত হয়ে সহজেই ঐ সূতোর সংস্পর্শে আসতে পারে। পাইনের পরাগ ডানাযুক্ত এবং হলুদ বর্ণের। অসংখ্য পাইন পরাগ বায়ু তাড়িত হয়ে অন্যত্র যাওয়ার সময় তাকে **'গন্ধকের ধুলো** (Sulphur dust) বলে মনে হয়।

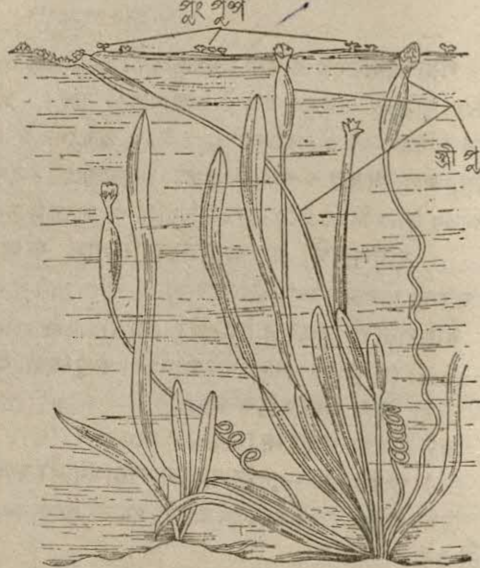
2. **জলপরাগী বা হাইড্রোফিলাস ফুল** (Hydrophilous flower) : জলের সাহায্যে পরাগযোগ ঘটলে ফুলকে **জলপরাগী** বলে। কেবল জলজ উদ্ভিদের পরাগই জলের দ্বারা বাহিত হবার সুযোগ পায়। জলের তলদেশে বা উপরিতলে পরাগযোগ সংঘটিত হয়।

জলপরাগী ফুলের বৈশিষ্ট্য (Characteristic features of hydrophilous flowers) :

(i) বায়ুপরাগী ফুলের মতো এই ফুলগুলিও **আকারে ছোট** এবং **অনুজ্জ্বল**।

(ii) **জলের ভিতরে** পরাগযোগ ঘটে এমন **ফুলের পরাগ ভারী হয়**।

(iii) পাতাশেওলা ঝাঁঝি প্রভৃতি ফুলের পরাগযোগ জলের উপরিতলে ঘটে।



চিত্র : 7.87 জলপরাগী পাতা শেওলা

পাতাশেওলা (*Vallisneria*) **গাছে পরাগযোগের বৈশিষ্ট্য :** পাতাশেওলা ভিন্নবাসী উদ্ভিদ। পরিণত হলে পুংপুষ্প বৃন্তচ্যুত হয়ে জলের উপরে উঠে আসে এবং ঢেউয়ের দোলায় এক

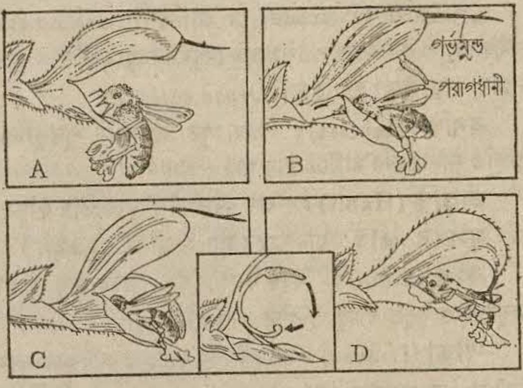
স্থান থেকে অন্য স্থানে ভেসে বেড়ায়। স্ত্রীপুষ্প লম্বা বৃন্তযুক্ত। অপরিণত অবস্থায় **বৃন্ত প্যাঁচানো** থাকে। পরিণত হলে বৃন্তের প্যাঁচ আলগা হয়ে ফুলটি জলতলের উপরে চলে আসে। স্ত্রীপুষ্প পুংপুষ্পের সংস্পর্শে আসামাত্র পরাগধানী ফেটে যায় এবং পরাগ গর্ভমুণ্ডে লাগে। পরাগযোগের পর স্ত্রীপুষ্পের বৃন্তটি আবার গুটিয়ে স্বস্থানে ফিরে যায় (চিত্র : 7.87)।

3. **পতঙ্গপরাগী** বা **এন্টোমোফিলাস ফুল** (Entomophilous flowers) : যে ফুলের পরাগ কীট-পতঙ্গাদির সাহায্যে বাহিত হয় তাকে পতঙ্গপরাগী ফুল বলে। এই ফুল নানা দিক থেকে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। কারণ ফুলের কীট-পতঙ্গ আকর্ষণ করার মতো চরিত্রগত লক্ষণ প্রকাশ পাওয়া দরকার।

পতঙ্গপরাগী ফুলের বৈশিষ্ট্য (Characteristic features of entomophilous flowers) :

(i) **উজ্জ্বল বর্ণ** : পতঙ্গপরাগী ফুলের অধিকাংশই **আকৃতি ও রং-এর বাহারে দৃষ্টি আকর্ষী**। অধিকাংশ ক্ষেত্রে দলমণ্ডল বহুবর্ণের এবং এতই উজ্জ্বল হয় যে কীট-পতঙ্গ অতি সহজেই আকৃষ্ট হয়। দলমণ্ডলের আকর্ষণ অবহেলা করলেও **মুসাণ্ডা** নামক গাছে (চিত্র : 7.74) বিশেষ এক ধরনের অভিযোজন লক্ষ্য করা যায়। সেখানে **একটি বৃত্যংশ পাতার মতো** বড় এবং হলুদ বর্ণের হয়ে পতঙ্গাদি আকর্ষণ করে। **বাগানবিলাস** গাছের ফুলের **মঞ্জরীপত্র রঙ্গীন** হয়ে পরাগযোগে সহায়তা করে। তাছাড়া অধিকাংশ রঙ্গীন ফুলের দলগুলি অতি সহজেই কীট-পতঙ্গ আকর্ষণে সক্ষম।

(ii) **গন্ধ** : বর্ণহীন হলেও অনেক ফুল কীট-পতঙ্গ আকর্ষণে সমর্থ। যে সব ফুল রাতে ফোটে বিশেষ করে তারা এমন মিষ্টি গন্ধ ছড়ায় যে বহুদূর থেকে কীট-পতঙ্গ ছুটে আসে। **যুঁই, রজনীগন্ধা, বেল, হাসনুহানা** প্রভৃতির ফুল সাদা এবং রাতে ফোটে। তবু এদের **অপূর্ব গন্ধের** আকর্ষণ কীটপতঙ্গ অবহেলা করতে পারে না।



চিত্র : 7 88 স্যালভিয়া ফুলে মৌমাছির দ্বারা পরাগযোগের ক্রমপর্যায় (A—D)। C ও D এর মাঝের ছবিতে তীর চিহ্ন দ্বারা দেখানো হয়েছে কিভাবে মৌমাছির মাথার চাপে সুপক্ক পরাগধানী নীচে নেমে এসে মৌমাছির দেহ স্পর্শ করে (চিত্র C) এবং এর পরে অন্য ফুলের গর্ভমুণ্ড সেই পরাগ গ্রহণ করে (চিত্র D)

(iii) **সুমিষ্ট রস** : অধিকাংশ যুক্তদলমণ্ডল বিশিষ্ট ফুলে সুমিষ্টরস নিঃসৃত হয়। **রসগ্রন্থি থেকে নিঃসৃত রস** কীট-পতঙ্গকে বিশেষভাবে আমন্ত্রণ জানায়। এই আমন্ত্রণ উপেক্ষা করা

কীট-পতঙ্গের পক্ষে সম্ভব হয় না। রস সংগ্রহের সময় প্রাণীদেহে পরাগ লেগে যায় এবং অন্য ফুলে সেই পরাগ বাহিত হয়। স্যালভিয়া ফুলে (চিত্র : 7.88) ইতরপরাগযোগ লক্ষ্য করার মতো।

(iv) **সুস্বাদু পরাগ :** কীটপতঙ্গ অনেক সময় সুস্বাদু পরাগকে খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে। এই পরাগ সংগ্রহের জন্য তারা ফুলে ফুলে বিচরণ করে। গোলআলু, শালুক, শিয়ালকাঁটা, চাঁপা, পদ্ম প্রভৃতি ফুলের পরাগ অত্যন্ত মিষ্টি—তাই এইসব ফুলের পরাগ এদের বেশী পছন্দ।

(v) **প্রশস্ত অবতরণক্ষেত্র : অর্কিড ফুল গঠন ও রং-এর বাহারে অতুলনীয়।** তা সত্ত্বেও কীট-পতঙ্গের সহজভাবে অবতরণ ও স্বচ্ছন্দ বিচরণের জন্য পুষ্পপুটের অংশবিশেষ প্রসারিত হয়ে **লেবেলম** (labellum) নামে বিশেষ একপ্রকার মঞ্চ গঠন করে। এই অংশটি পরাগধানীর নিকটে অবস্থিত হওয়ায় পরাগ অতি সহজে কীট পতঙ্গের গায়ে লাগার সুযোগ পায়।

(vi) **আঠালো ও অমসৃণ গর্ভমুণ্ড :** গর্ভমুণ্ড পরিণত হলে একপ্রকার আঠালো রস নির্গত হয়। পতঙ্গের গা থেকে পরাগ সহজেই গর্ভমুণ্ডের এই রসে ধরা পড়ে।

(vii) **আঠালো ও কণ্টকত্বক** বা **অমসৃণ পরাগ :** পরাগের বহিস্ত্বক কণ্টকময়। এমনকি আঠালো হয়ে থাকে। তাই পরাগ সহজেই পতঙ্গের অঙ্গপ্রত্যঙ্গে লেগে থাকতে পারে,

7.60. ধানগাছের বর্ণনা [Description of the Rice plant]

পোয়েসি (Poaceae) বা **গ্রামিনী** (Gramineae) গোত্রভুক্ত ধানগাছ শস্যজাতীয় বর্ষজীবী, একবীজপত্রী, ডিপ্লয়েড রেণুধর বিরুৎজাতীয় সপুষ্পক উদ্ভিদ। ধানের বৈজ্ঞানিক নাম—**ওরাইজা স্যাটিভা** (*Oryza sativa*)।

বসতি (Habitat) : সাধারণত জলাভূমি, শুষ্কভূমির এঁটেল, দোঁয়াশ, বেলে দোঁয়াশ প্রভৃতি নানাপ্রকার মাটিতে ধান গাছ জন্মায়।

প্রকৃতি (Habit) : ধান বর্ষজীবী বিরুৎজাতীয় উদ্ভিদ।

মূল (Root) : ধানগাছের মূল অস্থানিক (গুচ্ছমূল)।

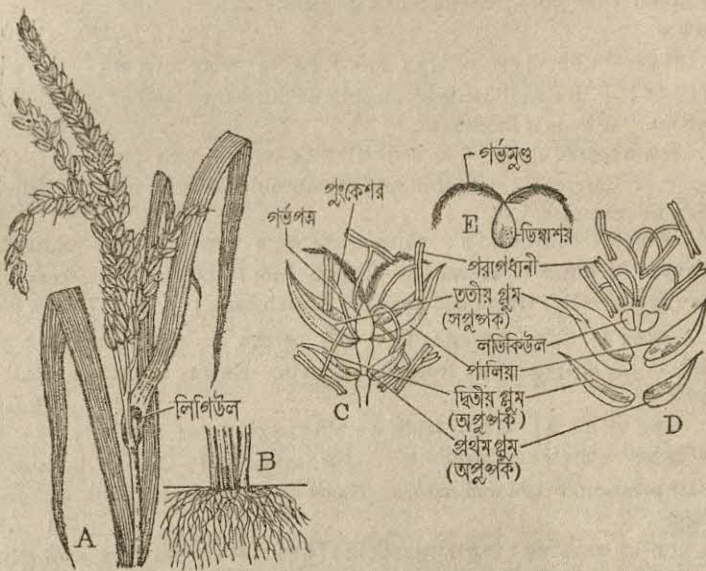
কাণ্ড (Stem) : কাণ্ড ফাঁপা, দীর্ঘ, নরম, সরু গোলাকার এবং পর্ব ও পর্বমধ্যযুক্ত। তরুণ কাণ্ড সবুজ, কিন্তু পরিণত কাণ্ড হরিদ্রাভ।

পাতা (Leaves) : প্রতিটি পর্ব থেকে একটি করে সরল পত্র উৎপন্ন হয়। একান্তরভাবে বিন্যস্ত কাণ্ডবেষ্টক (Sheathing) পত্রগুলিতে **লিগিউল** (Ligule) থাকে। ফলক রেখাকার (Linear), তাদের কিনারা অখণ্ড। অগ্রভাগ সূক্ষ্ম এবং শিরাবিন্যাস সমান্তরাল।

পুষ্পবিন্যাস (Inflorescence) : অণুমঞ্জরী।

ফুল (Flowers) : অবৃন্তক, অসম্পূর্ণ ও উভলিঙ্গ। প্রতিটি ফুল সপুষ্পক মঞ্জরীপত্র (Bract)—গ্লুম বা **লেমা** (Lemma)-র কক্ষে অবস্থিত। একটু উপরে থাকে মঞ্জরী-পত্রিকা—**পালিয়া** (Palea)। এছাড়া ফুলের গোড়ার দিকে দুটি অর্থাৎ অপুষ্পক **মঞ্জরীপত্র** বা **ফাঁকা গ্লুম** (Empty glume) থাকে। ধানফুলে দলমণ্ডল নেই। পুষ্পপুট আঁশের মতো

নৌকাকৃতি **লডিকিউল** (Lodicule)-এ পরিবর্তিত হয়। পুংকেশরের সংখ্যা—6, দুটি সারিতে সাজানো থাকে। পুংদণ্ড লম্বা, পরাগধানী দুকোষী এবং ভারসেটাইল



চিত্র : 7.49 ধান গাছের বিভিন্ন অংশ : A—পুষ্পবিন্যাসসহ একটি ধানগাছের ঊর্ধ্বাংশ ; B—ধানগাছের গুচ্ছমূল ; C—একটি পুষ্পমঞ্জরী ; D—পৃথকীকৃত বিভিন্ন অংশ

(versatile)। গর্ভাশয় বা ডিম্বাশয় একপ্রকোষ্ঠী এবং একটিমাত্র গর্ভদণ্ড দ্বারা গঠিত। গর্ভদণ্ড ছোট,কিন্তু গর্ভমুণ্ডদুটি পক্ষল।

ফল (Fruit) : ক্যারিঅপসিস।

জনন-পদ্ধতি (Reproductive process) : ধানের বায়ুপরাগী ফুলের পরাগ গর্ভমুণ্ডে পড়লে রেণু অঙ্কুরিত হয়ে যথারীতি পরাগনালিকা ও শুক্রাণু গঠিত হয়। ডিম্বাশয় মধ্যস্থ ডিম্বকের ভিতরে ডিম্বাণু গঠিত হয় ও শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। দ্বিতীয় শুক্রাণু ডেফিনিটিভ নিউক্লিয়সের সঙ্গে মিশে সস্য (Endosperm) গঠন করে। ধান সস্যল বীজ। উপযুক্ত পরিবেশে বীজ অঙ্কুরিত হয়ে নতুন ধান গাছের জন্ম দেয়।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long answer /Essay type questions]

1. দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী উদ্ভিদের পার্থক্য সূচক বৈশিষ্ট্যগুলি দেখাও। [Show the distinctive features of dicotyledonous and monocotyledonous plants.]
[উঃ। 7.4 দেখ]

2. গুপ্তবীজী উদ্ভিদের (অ্যানজিওস্পার্মের) কয়েকটি প্রধান বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। অ্যানজিওস্পার্মকে জীমনোস্পার্ম থেকে কিভাবে পৃথক করা যায়? [Mention a few major diagnostic features of angiosperms. How is an angiosperm distinguished from a gymnosperm ?]
[উঃ। 7.2 ও 7.3 দেখ]

3. মূলের বৈশিষ্ট্য কি? চিত্রসহ একটি সাধারণ মূলের বিভিন্ন অঞ্চলের বর্ণনা কর। মূলের সাধারণ কাজগুলি কি? [What are the characteristics of root? Describe different regions of a normal root with the help of a diagram. What are the normal functions of a root? [উঃ। 7.6, 7.8 ও 7.10A দেখ]

4. চিত্রসহ বিভিন্ন প্রকার পরিবর্তিত স্থানিক (প্রধান) মূলের বর্ণনা দাও। স্থানিক মূল কেন পরিবর্তিত হয়? [Give an illustrated account of different types of modified normal (tap) root. Why is it modified?] [উঃ। 7.9A দেখ]

5. চিত্র ও উদাহরণ সাহায্যে বিভিন্ন প্রকার পরিবর্তিত অস্থানিক মূলের বিবরণ দাও। [Give an account of different types of modified adventiticus root with the help of diagrams and examples.] [উঃ। 7.9B দেখ]

6. ভাণ্ডার মূল কথাটির অর্থ কি? বিভিন্ন প্রকার ভাণ্ডার মূলের বর্ণনা দাও। প্রত্যেকটির চিত্র ও উদাহরণ দাও। [What is meant by storage root? Describe different types of storage roots. Give figure and exampie in each case.] [উঃ। 7·9A ও B(6) দেখ]

7. কাণ্ডের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর। কাণ্ডকে মূল থেকে কিভাবে পৃথক করা যায়? [Mention the characteristic features of stem. How is it distinguished from a root?] [উঃ। 7.12 ও 7.13 দেখ]

8. মুকুল কাকে বলে? অবস্থান উৎপত্তি ও প্রকৃতিগতভাবে মুকুলের শ্রেণীবিভাগ কর। কয়েকটি রূপান্তরিত মুকুলের নাম কর ও উদাহরণ দাও। [What is a bud? Classify buds according to their position, origin and nature. Name a few modified buds and give their examples.] [উঃ। 7.14 দেখ]

9. রোহিণী কাদের বলে? চিত্র ও উদাহরণ যোগে বিভিন্ন প্রকার রোহিণী সম্বন্ধে একটি সংক্ষিপ্ত রচনা লেখ। [Which are climbers? Write a short eassay on different types of climbers with figures and examples.] [উঃ। 7.17 দেখ]

10. বিভিন্ন প্রকার মৃদ্গত পরিবর্তিত কাণ্ডের সচিত্র বর্ণনা দাও। এরা মূল নয় কেন? এদের কাজ কি? [Describe with sketches various types of underground modified stems. Why are they not root? What are their functions?] [উঃ। 7.18A দেখ]

11. পরিবর্তিত ও রূপান্তরিত কাণ্ডের পার্থক্য কি? চিত্রসহ বিভিন্ন প্রকার বায়বীয় রূপান্তরিত কাণ্ডের বিবরণ দাও। [What are the differences between modified and metamorphosed stems? Give an account of various types of metamorphosed stems with sketches.] [উঃ। 7.18 প্রথমাংশ ও 7.19 দেখ]

12. পাতা প্রধানত কয় প্রকার? একটি আদর্শ পাতার ছবি এঁকে তার বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও পাতার কাজ কি? [What are the chief types of leaves? Draw and describe different parts of a typical leaf. What are the functions of the leaves?]

[উঃ। 7.26; 7.24 ও 7.36 দেখ]

13. শিরাবিন্যাসের সংজ্ঞা দাও। বিভিন্ন প্রকার শিরাবিন্যাস পদ্ধতি সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। শিরাবিন্যাস দেখে কোনটি একবীজপত্রী ও কোনটি দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ চিনতে পার কি? [Define venation. Give a brief account of various types of venation. Can you identify a monocot or a dicot leaf with the help of venation?]

[উঃ। 7.25 ও 7.24-এর শেষাংশ দেখ]

14. একপত্র ও যৌগিকপত্রের পার্থক্য নির্দেশ কর। কয়েকটি যৌগিকপত্রের নাম কর। [Distinguish between a simple leaf and a compound leaf. Name a few compound leaves] [উঃ। 7.26 দেখ]

15. এককপত্রযুক্ত ছোট শাখা ও পক্ষল যৌগিকপত্রের পার্থক্য দেখাও করতলাকার ও পক্ষল যৌগিক পত্রের পার্থক্য কি? [Show the differences between a small branch bearing

simple leaves and a pinnate compound leaf. What are the differences between a palmate and a pinnate compound leaf?] [উঃ। 7.29 ও 7.27 দেখ]

16. পত্রবিন্যাস কাকে বলে? পত্রবিন্যাসের উদ্দেশ্য কি? ঋজু শ্রেণী ও কৌণিক অপসারণ বলতে কি বোঝ? ঋজু শ্রেণীর সংখ্যা অনুযায়ী একান্তর পত্রবিন্যাসের গঠন বৈচিত্র্য উল্লেখ কর। [What is phyllotaxy? What is its aim? What do you mean by orthostichy and angular divergence? Mention the structural peculiarities of alternate phyllotaxy on the basis of the number of orthostichies and genetic spiral.] [উঃ। 7.30 দেখ]

17., সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা ও বিষমপৃষ্ঠ পাতা কাদের বলে? এদের পার্থক্য সারিবদ্ধ কর। [What are isobilateral and dorsiventral leaves? Tabulate the differences between isobilateral and dorsiventral leaves.] [উঃ। 7.33 ও 7.34 দেখ]

18. পাতা কেন পরিবর্তিত হয়? বিভিন্ন প্রকার পরিবর্তিত পাতা সম্বন্ধে যা জান লেখ। [Why does a leaf get modified? Write what you know about different types of modified leaves.] [উঃ। 7.35 দেখ]

19. ফুলের সংজ্ঞা দাও। নামাঙ্কিত চিত্রযোগে একটি আদর্শ ফুলের বর্ণনা কর কর। বিভিন্ন অংশের কাজ কি? [Define a flower. With lebelled diagram describe the parts of a typical flower. What are the functions of these parts?] [উঃ। 7.39 ও 7.40 দেখ]

20. সম্পূর্ণ ও অসম্পূর্ণ ফুল বলতে কি বোঝ? পুং পুষ্প ও স্ত্রী পুষ্প কি ধরনের ফুল? একটি একলিঙ্গ ফুলের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [What do you understand by complete and incomplete flowers? Which type of flower a staminate or a pistillate flower is? Draw and label a unisexual flower.] [উঃ। 7.41 ; 7.46 ও চিত্র 7.60 দেখ]

21. গর্ভপাদ, গর্ভকটি ও গর্ভশীর্ষ পুষ্প বলতে কি বোঝায়? পুষ্পপুট কাকে বলে? একটি অসম্পূর্ণ ফুলের নাম কর। [What are meant by hypogynous, perigynous and epigynous flowers? What is called perianth? Name an incomplete flower.] [উঃ। 7.47 ; 7.44 ও 7.41 দেখ]

22. অমরাবিন্যাস কাকে বলে? বিভিন্ন প্রকার অমরাবিন্যাসের সচিত্র বিবরণ দাও। [What is placentation? Give an illustrated account of various types of placentation.] [উঃ। 7.53 দেখ]

23. ডিম্বক কি? চিত্রের সাহায্যে একটি ডিম্বকের গঠন বর্ণনা কর। [What is an ovule? Describe the structure of an ovule with sketches.] [উঃ। 7.54 দেখ]

24. "পুষ্প একটি পরিবর্তিত বিটপ"—এই উক্তির যথার্থতা প্রমাণ কর। ["Flower is a modified shoot"—Justify the statement.] [উঃ। 7.57 দেখ]

25. ফল কাকে বলে? সরল ফল বলতে কি বোঝ? বিভিন্ন প্রকার সরল ফলের সচিত্র বিবরণ দাও। [What is a fruit? What do you mean by simple fruit? Give an illustrated account of various types of simple fruit.] [উঃ। 7.58 দেখ]

26. সরল, গুচ্ছিত ও যৌগিক ফলের মধ্যে পার্থক্য কর। কয়েকটি গুচ্ছিত ও যৌগিক ফলের বর্ণনা কর। [Distinguish between simple, aggregate and multiple fruits. Describe a few aggregate and multiple fruits.] [উঃ। 7.58 দেখ]

27. কয়েকটি সরল শুষ্ক বিদারী ফলের বর্ণনা দাও। [Describe a few simple, dry and dehiscent fruits.] [উঃ। 7.58 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

28. জীমনোস্পার্ম থেকে অ্যানজিওস্পার্মকে কিভাবে পৃথক করা যায়? [How are angiosperms distinguished from gymnosperms ?] [উঃ। 7.3 দেখ]

29. দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী উদ্ভিদের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্যগুলির তুলনা কর। [Compare the distinctive features of dicotyledonous and monocotyledonous plants.] [উঃ। 7.4 দেখ]

30. ভ্রূণের কোন অংশ মূল গঠন করে? মূলের বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি? বিগোনিয়ার মূল কি ধরনের? [Which part of the embryo forms root? What are the characteristics of a root? Which type of root is found in *Begonia*?]

[উঃ। 7.5 (প্রথমাংশ) ; 7.6 ও 7.7 এর শেষাংশ দেখ]

31. কোন্ কোন্ গাছ শ্বাসমূল উৎপন্ন করে? লবণাক্ত পরিবেশে উৎপন্ন শ্বাসমূলের গঠন বর্ণনা কর। [Which plants produce breathing roots? Describe the structure of a breathing root produced in a saline enviroment.] [উঃ। 7.9A II ও 7.9B III (4) দেখ]

32. মুকুলকে সংকুচিত বিটপ বলা হয় কেন? একটি মিশ্র মুকুলের উদাহরণ দাও। আনুষঙ্গিক ও সমপার্শ্বীয় মুকুল বলতে কি বোঝ? [Why is a bud called condensed shoot? Give the example of a mixed bud. What do you understand by accessory and collateral buds?] [উঃ। 7.14 দেখ]

33. স্টেম-টিউবার ও রুট-টিউবারের সাদৃশ্যগুলি সম্বন্ধে আলোচনা কর। [Discuss the similarities and dissimilarities of stem-tuber and root-tuber.] [উঃ। 7.21 দেখ]

34. পক্ষল ও করতলাকার যৌগিকপত্রের পার্থক্য বল। বিভিন্ন প্রকার করতলাকার যৌগিকপত্রের নাম ও উদাহরণ দাও। [State the differences between pinnate and palmate compound leaves. Give the name and examples of various types of palmate compound leaves.] [উঃ। 7.27 ও 7.27(2) দেখ]

35. একান্তর পত্রবিন্যাসের কৌণিক অপসারণ নির্ণয় করা হয় কিভাবে? ত্রিসারী বিন্যাসে কৌণিক অপসারণ কত? [How is angular divergence calculated in alternate phyllotaxy? What is the angular divergence of tristichous phyllotaxy?] [উঃ। 7.3C(1) দেখ]

36. সমসংস্থা ও সমবৃত্তিতা বলতে কি বোঝ? উদাহরণযোগে ব্যাখ্যা কর। [What do you understand by homology and analogy? Explain with the help of examples.]

[উঃ। 7.38 দেখ]

37. পুষ্পাক্ষ কি? পুষ্পাক্ষের কাণ্ড-চরিত্র সম্বন্ধে তোমার বক্তব্য কি? [What is a receptacle? What is your opinion on the stem-nature of the thalamus.] [উঃ। 7.39 ও 7.57A দেখ]

38. একলিঙ্গ পুষ্প দেখা যায় এমন কয়েকটি গাছের নাম কর। একটি পুং পুষ্প ও একটি স্ত্রী পুষ্পের ছবি এঁকে লেবেল কর। [Name a few plants bearing unisexual flowers. Draw and label a staminate and a pistillate flower.] [উঃ। 7.46 দেখ]

39. ডিম্বক ও বীজের সম্বন্ধ দেখাও। [Show the relationship between ovules and seeds.] [উঃ। 7.56 দেখ]

40. পুষ্পাক্ষের কাণ্ড-প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। [Explain the axis-nature of the thalamus.]

[উঃ। 7.57A দেখ]

41. বিদারী ও অবিদারী ফল কি? কয়েকটি অবিদারী ফলের বর্ণনা দাও। [What are dehiscent and indechiscent fruits? Describe a few indehiscent fruits.]

[উঃ। 7.58 দেখ]

42. যৌগিক ফল কাকে বলে? দুটি যৌগিক ফলের সচিত্র বিবরণ দাও। [What is multiple fruit? Describe two multiple fruits with labelled sketches.] [উঃ। 7.58 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

43. স্পারমাটোফাইট বলতে কাদের বোঝায়? যে কোন একটি স্পারমাটোফাইটের নাম কর। [Which are called spermatophytes? Name any one of the spermatopytes.]

[উঃ। 7.1 দেখ]

44. অ্যানজিওস্পার্মের সস্যের প্রকৃতি কিরূপ? জীমনোস্পার্মের সস্য থেকে এর প্রভেদ কি? { What is the nature of endosperm of angiosperms? What is its difference from that of gymnosperm?] [উ: । 7.3(6) দেখ]

45. সেমিনাল মূল কি? এর সঙ্গে শিকামূলের সম্বন্ধ কি? [What is seminal root? What is its relation with fibrous roots?] [উ: । 7.7B দেখ]

46. মূলত্র, মূলজেব ও বহুযোজী মূলত্রের পার্থক্য দেখাও। [Show the differences among root-cap, root-pocket and multiple root-cap.] [উ: । 7.8 (1) দেখ]

47. শালগমাকার পরিবর্তিত মূলের ছবি এঁকে বীজপত্রাবকাণ্ডের সীমানা নির্দেশ কর। [Draw and demarcate the area of hypocotyl region in a napiform.] [উ: । 7.9 A(3) অন্তর্গত চিত্র 7.8 দেখ]

48. পত্রজ মুকুল কাকে বলে? একটি সর্ববৃহৎ মুকুলের নাম কর। [What is an epiphyllous bud? Name a largest bud.] [উ: । 7.14 দেখ]

49. বেষ্টিত কন্দ ও শল্কিত কন্দের তফাৎ কি? [What is the difference between a tunicated and a scaly bulb.] [উ: । 7.18 A(4) দেখ]

50. ফাইলোক্ল্যাড ও ক্ল্যাডোডের পার্থক্য কি? [What is the difference between phylloclade and cladode?] [উ: ! 7.19 (1) দেখ]

51. শিরাবিন্যাসের প্রকৃতি দেখে গাছ চেনা যায় কি? উদাহরণ দাও। [Can a plant be recognised by the nature of venation? Give examples.] [উ: । 7.25 শেষাংশ দেখ]

52. পত্রক কাকে বলে? সচূড় ও অচূড় পক্ষল যৌগিকপত্র বলতে কি বোঝায়? [What is a leaflet? What is meant by paripinnate and imparipinnate compond leaves?] [উ: । 7.26 ও 7.27 (i) ও (ii) দেখ]

53. ফাইবোন্যাসী সিরিজ বলতে কি বোঝ? [What is meant by fibonacci series?] [উ: । 7.30 দেখ]

54. পত্রনক্সা কাকে বলে? পত্রনক্সা রচনার উদ্দেশ্য কি? [What is leaf mosaic? What is its utility?] [উঃ । 7.31 দেখ]

55. সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার শিরাবিন্যাস কিরূপ? এতে পত্ররন্ধ্রের বিন্যাস কিরূপ? [What is the nature of venation in an isobilateral leaf? What is the natute of distribution of stomata in it?] [উ: । 7.24 শেষাংশ দেখ]

56. পাতা কেন পরিবর্তিত হয়? ছাগলবটি পাতার কোন অংশ পরিবর্তিত হয়? [Why do leaves get modified? Which part of a *Clematis* leaf gets modified?] [উ: । 7.35-4 দেখ]

57. একটি অসম্পূর্ণ ফুলের নাম কর। জবা ফুল সম্পূর্ণ না অসম্পূর্ণ? [Name an incomplete flower. Is chinarose flower complete or incomplete.] [উ: । 7.41 দেখ]

58. পুষ্পাক্ষের উপর পুষ্পপত্রের সন্নিবেশের তারতম্য ঘটলে কি হয়? উদাহরণ দাও। [What happens when the mode of insertion of floral leaves on the thalamus varies? Give examples.] [উ: । 7.47 দেখ]

59. যুক্তপরাগধানী বলতে কি বোঝায়? পুংকেশরের সঙ্গে গর্ভকেশর যুক্ত হলে তাকে কি বলে? [What is meant by syngenesious stamen? What is the term given to the adhesion of stamens and carpels?] [উ: । 7.49 দেখ]

60. একটি জ্রূণস্থলীর ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Draw and label various parts of an embryosac.] [উ: । চিত্র : 7.70 দেখ]

61. ফলের ত্বক কটি অংশে বিভক্ত? ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ দেখাও। [How many parts a fruit well is divided into? Drew and show various parts] [উ: । 7.58 দেখ]

62. **বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টি নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন** [Multiple choice type questions.]

(1) গর্ভকেশরের শীর্ষদেশে অন্যান্য সমস্ত পুষ্পস্তবক যুক্ত থাকলে ফুলটি (গর্ভপাদ/গর্ভশীর্ষ/গর্ভকটি)।

(2) জালিকা শিরাবিন্যাস দেখা যায় (কলাপাতায়/কুলপাতায়/ভুট্টাপাতায়)।

(3) পর্ণকাণ্ড রূপান্তরিত (কাণ্ড/পাতা/বৃন্ত/মুকুল)।

(4) দীর্ঘচতুষ্টয়ী অবস্থায় (সব কটি পুংকেশর যুক্ত থাকে/চারটি পুংকেশর থাকে/দুটো ছোট ও চারটি বড় পুংকেশর থাকে/চারটি ছোট ও দুটি বড় পুংকেশর থাকে)।

(5) কাণ্ডের মৃগাত পরিবর্তনের উদ্দেশ্য হল (বৃদ্ধি/শ্বসন/প্রতিকূল জীবিতা ও অঙ্গজ জনন)।

(6) এক পর্বমধ্যযুক্ত পর্ণকাণ্ড প্রকৃতপক্ষে (ফাইলোড/ক্ল্যাডোড/বালবিল)।

(7) ভ্রূণমূল ভিন্ন উদ্ভিদের যে কোন স্থান থেকে উৎপন্ন মূল হল (প্রধান মূল/অস্থানিক মূল/ঠেসমূল)।

(8) প্রধান মূলতন্ত্র সাধারণত দেখা যায় না (দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে/একবীজপত্রী উদ্ভিদে/বট গাছে/আম গাছে)।

(9) পত্রমূলের স্ফীতির নাম (উপপত্র/টিউবার/ব্রাক্ট/ পালভিনাস)।

(10) পাতাঝাঁঝি নামে পরিচিত গাছ হল (নেপানথিস/ড্রসেরা/ইউট্রিকুলেরিয়া/ট্রাপা)।

(11) সূর্যশিশির বলতে বোঝায় (বিগোনিয়া/ড্রসেরা/নেপানথিস)।

(12) একই গাছে পুং ও স্ত্রী পুষ্প উৎপন্ন হলে গাছটি (ভিন্নবাসী উদ্ভিদ/সহবাসী উদ্ভিদ/একলিঙ্গ উদ্ভিদ)।

(13) পাপড়ির সঙ্গে পুংকেশরের সংযুক্তিকে বলে (দললগ্ন পুংকেশর/পুষ্পপুটলগ্ন পুংকেশর)।

(14) বালবিল এমন একটি অঙ্গ যা (যৌন জননে অংশ গ্রহণ করে/অঙ্গজ জননে অংশ গ্রহণ করে/শ্বসনে অংশ গ্রহণ করে/গাছকে রক্ষা করে)।

(15) 'গর্ভযন্ত্র' অর্থে বোঝায় (একটি মাত্র ডিম্বাণু/ডিম্বাণু ও প্রতিপাদ কোষ সমষ্টি/ডিম্বাণু ও পোলার নিউক্লিয়স/ডিম্বাণু ও সাইনারজিডস)।

(16) গাত্রকণ্টক ও পত্রকণ্টক (শ্বসনে সাহায্য করে/ প্রতিরোধী অঙ্গ হিসাবে কাজ করে/বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশনে সাহায্য করে)।

(17) অমরা গঠিত হয় (পুং দণ্ড ও পরাগধানীর সংযোগস্থলে/পুষ্পাক্ষ ও পাপড়ির সংযোগস্থলে/ডিম্বাণু ও ডিম্বাশয়ের সংযোগ স্থলে)।

(18) কন্দ পরিবর্তিত হয় (মূল থেকে/কাণ্ড থেকে/ভ্রূণমুকুল থেকে)।

(19) অ্যানজিওস্পার্মের সস্য (হ্যাপলয়েড/ডিপলয়েড/ট্রিপলয়েড)।

(20) ক্ষুদ্রতম সপুষ্পক উদ্ভিদ হল (উলফিয়া/র‍্যাফ্লেসিয়া/লেমনা)।

(21) সবচেয়ে সংকুচিত কাণ্ড দেখা যায় (গ্রন্থিকাণ্ডে/গুঁড়িকন্দে/কন্দে/স্থূলকন্দে)।

(22) নিউম্যাটোফোর দেখা যায় (গুল্ম গাছে/পরাশ্রয়ী উদ্ভিদে/লবণাম্বু উদ্ভিদে)।

(23) মটর গাছ হল (গুল্ম/বিরুৎ/বৃক্ষ)

63. **পার্থক্য নির্দেশ কর :** [Distinguish between]

(1) সেমিনাল মূল ও শিফামূল (Seminal root and fibrous root) [উঃ। 7.7B দেখ]

(2) মূলত্র ও মূলজেব (Root-cap and root-pocket) [উঃ। 7.8 (I) দেখ]

(3) চোষক মূল ও পরাশ্রয়ী মূল (Haustoria and epiphytic root) [উঃ। 7.9B III (1)দেখ]

(4) উপরিপন্ন ও সমপার্শ্বীয় মুকুল (Superposed and collateral buds) [উঃ। 7.14 দেখ]

(5) অশাখকাণ্ড ও তৃণকাণ্ড (Caudex and culm) [উঃ। 7.15 দেখ]

(6) বল্লী ও কাষ্ঠললতা (Twiner and Lianas) [উঃ। 7.17 দেখ]

(7) ধাবক ও তোরন ধাবক (Runner and stolon) [উঃ। 7.18 শেষাংশ দেখ]

(8) ফাইলোক্ল্যাড ও ফাইলোড (Phylloclade and phyllode) [উঃ। 7.19 ও 7.24 (iii) দেখ]

(9) পত্রকণ্টক ও কূর্চ (Spine and bristle) [উঃ। 7.35 দেখ]

(10) সমসংস্থা ও সমবৃত্তিতা (Homology and Analogy) [উঃ। 7.38 দেখ]

(11) পেটাল ও টেপাল (Petal and tepal) [উঃ। 7.40(2) ও 7.44 দেখ]

(12) যুক্তগর্ভপত্রী ও মুক্তগর্ভপত্রী গর্ভকেশর (Syncarpous and Apocarpous pistil) [উঃ। 7.50 শেষাংশ দেখ]

(13) গর্ভশীর্ষ ও গর্ভপাদ পুষ্প (Epigynous and hypogynous flowers) [উঃ। 7·47 দেখ]

(14) সম্পূর্ণ ও অসম্পূর্ণ ফুল (Complete and incomplete flowers) [উঃ। 7.41 দেখ]

64. **নিম্নলিখিত বিষয়গুলির টেকনিক্যাল টার্ম দাও** [Give the technical terms of the following] :

(1) ফুলের পৃথক করা যায় না এমন দুটি সাহায্যকারী স্তবক (Undifferentiable accessory whorls of a flower)

(2) পুষ্পপুটের প্রতিটি খণ্ড (Individual parts of a perianth)

(3) যে ফুলে পুংকেশর ও গর্ভকেশর থাকে না (The flowers in which stamens and carpels are not found)

(4) বৃত্যংশ ও দলাংশের সজ্জারীতি (The mode of arrangement of sepals and petals)

(5) মটর ফুলে বিশেষ আকৃতির দল (The special type of the corolla of pea)

(6) যে পুংকেশরের পরাগধানীগুলি পরস্পর যুক্ত (The stamens which are united by their anthers)

(7) যে পুংকেশরের সংযুক্ত পুংদণ্ডগুলি অনেকগুলি গুচ্ছ গঠন করে (The stamens which are united by their filaments forming a number of bunches)

(8) চারটি পুংকেশরের মধ্যে দুটি বড় ও দুটি ছোট (Among four stamens two are short and two big)

(9) যে ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্র, ডিম্বকমূল ও ডিম্বকনাভী একই সরল রেখায় থাকে (The ovule in which micropyle, chalaza and funiculus lie on the same vertical line)

(10) যে পাতায় পত্রকঅক্ষ বহুবার শাখাপ্রশাখায় বিভক্ত হয়ে পত্রক ধারণ করে (The leaf in which the rachis branches repeatedly and bear leaflets)

65. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(1) স্পারমাটোফাইট (Spermatophyte) ; (2) পুষ্পপুট (Perianth) ; (8) সেমিনাল মূল (Seminal root) ; (4) রুট-পকেট (Root-pocket) ; (5) নিউম্যাটোফোর (Pneumatophore) ; (6) হ্যাপটেরা (Haptera) ; (7) রুট-বাট্রেস (Root-buttress) ; (8) আত্তীকরণ মূল (Assimilatory root) ; (9) গুচ্ছিত মূল (Fasciculated root) ; (10) বল্লী (Twiner) ; (11) কাষ্ঠলতা (Lianas) ; (12) রুট-স্টক (Root-stalk) ; (13) কন্দ (Bulb) ; (14) পর্ণকাণ্ড (Phylloclade) ; (15) বালবিল (Bulbil) ; (16) কৃত্রিম কন্দ (Pseudo bulb) ; (17) পত্রনক্সা (Leaf-mosaic) ; (18) হেটারোফাইলি (Heterophylly) ; (19) থ্যালামাস (Thalamus) ; (20) মুক্তগর্ভপত্রী গর্ভকেশর (Apocarpous pistil) ; (21) গর্ভশীর্ষ পুষ্প (Epigynous flower) ; (22) প্রজাপতিসম দল (Papilionaceous corolla) ; (23) যুক্ত পরাগধানী (Syngenesious stamens) ; (24) দীর্ঘদ্বয়ী পুংকেশর (Didynamous stamen) ; (25) অমরাবিন্যাস (Placentation) ; (26) ভ্রূণপোষক (Nucellus) ; (27) ভ্রূণস্থলী (Embryo-sac) ; (28) গর্ভযন্ত্র (Egg apparatus) ; (29) বক্রমুখী ডিম্বক (Campylotropous ovule) ; (30) স্ত্রীধর (Gynophore) ; (31) পুংধর (Androphore) ; (32) টেপাল (Tepal) । (33) অপ্রকৃত ফল (Spurious fruit) ; (34) ফলত্বক (Pericarp) ; (35) গুচ্ছিত ফল (Aggregate fruits) ; (36) ড্রুপ (Drupe) ; (37) বেরি (Berry) ; (38) ড্রুপের ইটিরিও (Etaerio of drupe) ; (39) সোরোসিস (Sorosis) ; (40) সাইকোনাস (Syconus) ; (41) ক্যারিঅপসিস (Caryopsis) ; (42) নাট (Nut) ; (43) সামারা (Samara) ; (44) লিগিউম (Ligume) ; (45) ফলিকল (Follicle) ; (46) পোম (Pome) ; (47) সিলিকোয়া (Siliqua) ; (48) অ্যাকীন (Achene) ; (49) সিপসেলা (Cypsela) ; (50) বালাষ্টা (Balausta) ।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

৪ ॥ কলাতন্ত্র ॥

Syllabus : Tissue Systems—Their functicns; Structure of roots; stems and leaves.

8.1. সূচনা [Introduction]

উন্নত উদ্ভিদদেহ অসংখ্য কোষে গঠিত। এদের সকলের কাজ এক নয়। বিভিন্ন কাজ সুষ্ঠুভাবে করার জন্য কোষগুলির মধ্যে শ্রমবিভাগ বর্তমান। একই কাজে লিপ্ত এবং একই স্থান থেকে উৎপন্ন সম বা ভিন্ন আকৃতির কোষসমষ্টিকে **কলা** বা **টিস্যু** বলে। তেমনি একই কাজে লিপ্ত সম বা বিষম কলাসমষ্টিকে **কলাতন্ত্র** (Tissue System) বলে। **স্যাকস** (Sachs, 1875), **হাবারল্যাণ্ড** (Haberland, 1914), **লুন্দারগ্রাদ** (Lundergradh, 1922) প্রমুখ বিজ্ঞানীগণ নানাভাবে কলাতন্ত্রের শ্রেণীবিভাগ করেছেন। তবে স্যাকসের শ্রেণীবিভাগটি সরল কাঠামোর জন্য শিক্ষার্থীর কাছে সহজবোধ্য। **স্যাকস**-এর মতানুসারে কলাতন্ত্র তিনপ্রকার, যথা—(1) ত্বককলাতন্ত্র (Epidermal tissue system), (2) আদিকলাতন্ত্র (Fundamental or ground tissue system) এবং (3) ভ্যাস্কুলার বা সংবহন কলাতন্ত্র (Vascular tissue system)।

8.2. ত্বক কলাতন্ত্র বা এপিডারমাল টিস্যু সিস্টেম [Epidermal tissue system]

ত্বক (Epidermis) ও ত্বকের নানারূপ উপবৃদ্ধি (outgrowth) এই কলাতন্ত্রের আলোচ্য বিষয়। ত্বক হল বিভিন্ন উদ্ভিদাংশের একেবারে বাইরের রক্ষাত্মক কলাস্তর। রক্ষণাবেক্ষণের কাজ ছাড়াও জল বা মিউসিলেজ সংরক্ষণ, ক্ষরণ এবং কদাচিৎ সালোক-সংশ্লেষের কাজও ত্বককে চালিয়ে নিতে হয়। পত্ররন্ধ্র (stomata) বা অন্যান্য বিশেষ কতকগুলি ছিদ্র ছাড়া ত্বক একটানা আবরণ রচনা করে।

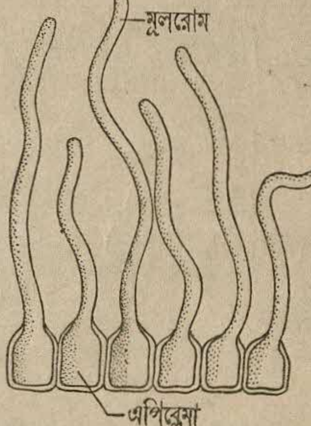
অধিকাংশ ক্ষেত্রে ত্বক **সরল** (Simple)—অর্থাৎ এর কোষগুলি একটিমাত্র স্তরে বিন্যস্ত থাকে; কিন্তু কখনও কখনও বহু স্তরে বিন্যস্ত থেকে ত্বক হয় **যৌগিক** (Multiple)—যেমন, করবী পাতায় (চিত্র : 8.2), বটপাতায় বা অঁকিড মূলে।

ত্বকের কোষগুলি সজীব এবং এদের মধ্যে সাধারণত বর্ণহীন প্লাসটিড (**লিউকো-প্লাসটিড**) থাকে। বাষ্পায়ন রোধ করার জন্য কোষগুলির বাইরের দিকে কিউটিন (cutin) বা মোম (wax)-এর স্তর পড়ে। এই স্তরকে **কিউটিকল** (Cuticle) বলে। বৃক্ষচ্ছায়ায় বা আর্দ্র পরিবেশে জন্মানো উদ্ভিদের ক্ষেত্রে কিউটিকল পাতলা, কিন্তু জাঙ্গল পরিবেশে (xerophytic condition) বর্ধিত গাছপালায় কিউটিকল স্তর হয় বেশ পুরু।

আকার, আয়তন ও বিন্যাসের দিক থেকে ত্বকের কলাগুলি বৈচিত্র্যমণ্ডিত হলেও প্রধানত তারা নলাকার বা ডিম্বাকার। প্রসঙ্গত ধান বা ঘাস গোত্রীয় উদ্ভিদের **হ্রস্ব** ও **দীর্ঘ**—এই

দু' ধরনের ত্বক কোষের উল্লেখ করা যায়। এদের ত্বকে স্ফীতকায়, ভ্যাকুওল সমৃদ্ধ পাতলা প্রাকারযুক্ত এক অদ্ভূত ধরনের কোষ দেখা যায়। এই কোষগুলি **বুলিফর্ম** কোষ (Bulliform (cell) বা **মোটর-কোষ** (Motor cell) নামে পরিচিত (চিত্র : 8.12)। এগুলি জলস্ফীত কোষ। সাধারণতঃ ত্বকের অবনমিত অংশে অনেকগুলি এই ধরনের কোষ একত্রে অবস্থান করে। এইসব কোষ হঠাৎ প্রসারিত হয়ে বর্ধনশীল পাতাকে ছড়িয়ে দিতে সাহায্য করে।

উৎপত্তি, গঠন ও কাজের বিচারে মূলত্বক কাণ্ডের ত্বক থেকে স্বতন্ত্র। মূলত্বকের কোষগুলিতে বাইরের দিকে কিউটিকলের প্রলেপ নেই; কারণ রস শোষণই এদের প্রাথমিক কাজ। মূলত্বক তাই **এপিব্লেমা** (Epiblema) বা **পিলিফেরাস স্তর** (Piliferous layer) বা **রাইজোডারমিস** (Rhizodermis) নামে পরিচিত (চিত্র : 8.1)।



চিত্র : 8.1 মূলের ত্বককোষ (এপিব্লেমা)

কাজ (Function) : 1. ত্বক প্রধানত ভিতরের কলাকে—

(i) বাইরের আঘাত থেকে রক্ষা করে।

(ii) উষ্ণতার হ্রাস-বৃদ্ধি জনিত দূরাবস্থা থেকে রক্ষা করে।

(iii) অত্যধিক শৈত্য ও তাপ এবং বৃষ্টি ও আলোর প্রভাব থেকে রক্ষা করে।

(iv) ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক এবং শাকাসী প্রাণীর আক্রমণ থেকে রক্ষা করে।

2. ত্বক জলের অতিরিক্ত বাষ্পায়ন রোধ করে।

3. জল সঞ্চয়ী অঙ্গ (store-house of water) হিসাবে কাজ করে।

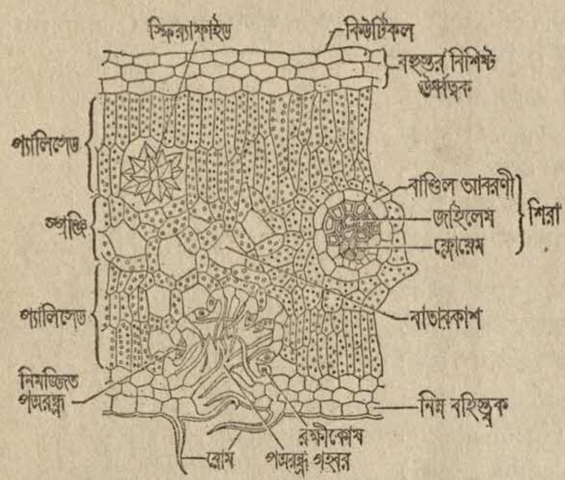
8.3. পত্ররন্ধ্র বা স্টোমাটার গঠন, বিস্তৃতি ও কাজ [Stomata—their structure, distribution and function]

অপরিণত কাণ্ডের বা পাতার ত্বক একটানা নয়—অসংখ্য আণুবীক্ষণিক ছিদ্র বা পত্ররন্ধ্র (Stoma—মুখ) এখানে ওখানে ছড়িয়ে থাকে। মূলত্বকে কোন পত্ররন্ধ্র থাকে না।

গঠন (Structure) : প্রতিটি পত্ররন্ধ্র দুটি বৃক্কাকৃতি (Kidney-shaped) **রক্ষীকোষ** (Guard cell) দ্বারা আবদ্ধ (চিত্র : 8.3)। রক্ষীকোষের প্রাকারের অসমস্থূলতা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। পত্ররন্ধ্রের ছিদ্রকে ঘিরে থাকা রক্ষীকোষের অবতল বা ভিতরের অংশ তার উত্তল বা বাইরের অংশ অপেক্ষা অধিকতর স্থূল। এই ধরনের স্থূলতাগত বৈষম্য থাকার জন্য পত্ররন্ধ্রের আকারও পরিবর্তিত হয়। অসমভাবে স্থূল রক্ষীকোষ জল শোষণ করলে পাতলা প্রাকার অংশ বেঁকে যায়। এর ফলে রন্ধ্র খুলে যায়। আবার বিপরীত

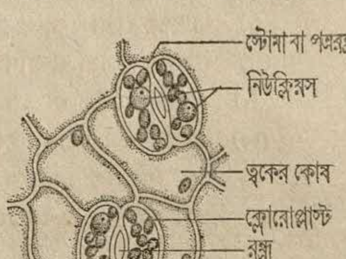
* বহুবচন ; স্টোমা (stoma) একবচন।

অবস্থার প্রাধান্যে রন্ধ্র বন্ধ হয়। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে রক্ষীকোষ **অর্ধচন্দ্রাকৃতি** (Semilunar)। কিন্তু একবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে রক্ষীকোষ **ডম্বরু** (Dumb-bell) আকৃতির হয়। রক্ষীকোষ জীবিত এবং এতে যথারীতি উত্তল নিউক্লিয়স, ঘন সাইটোপ্লাজম, শ্বেতসার, ক্লোরোপ্লাসটিড প্রভৃতি বর্তমান। রক্ষীকোষের রাসায়নিক প্রকৃতি একই পাতার অন্যান্য ত্বক কোষের (epidermal cell) রাসায়নিক প্রকৃতির অনুরূপ। পত্ররন্ধ্র সাধারণত ত্বক কোষের সমউচ্চতায় অবস্থান করে। কখনও কখনও অল্প উপরে এমন কি ত্বকের সাধারণ উচ্চতার আরও গভীরে প্রবেশ ক'রে **নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র** (sunken stomata) গঠন করে (যেমন—করবী) (চিত্র : 8.2)।



চিত্র : 8.2. করবী পাতার প্রস্থচ্ছেদে নিম্ন বহিস্ত্বক-সংলগ্ন নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র ও পত্ররন্ধ্র গহ্বর

রক্ষীকোষ দুটির অন্তর্বর্তী স্থানের ছিদ্রটি হল **রন্ধ্র** (Stomatal aperture)—যা ক্রমশ ভিতরের দিকে সুবৃহৎ **পত্ররন্ধ্র গহ্বর** (Respiratory cavity) বা **সাব-স্টোমাটাল ছিদ্রে** (sub-stomatal aperture) মিশে যায় (চিত্র : 8.2)। রক্ষীকোষকে ঘিরে রাখে দুই থেকে চারটি ত্বক কোষ। অন্যান্য ত্বক কোষ থেকে বাহ্যাকৃতিগতভাবে এগুলি স্বতন্ত্র। এই কোষগুলিকে **আনুষঙ্গিক কোষ** (Subsidiary or accessory cell) বলে। আনুষঙ্গিক কোষের-সংখ্যা ও বিন্যাস রীতির তারতম্য অনুসারে পত্ররন্ধ্র বিভিন্ন প্রকার।



চিত্র : 8.3 পত্ররন্ধ্রের গঠন

বিস্তার (Distribution) : উদ্ভিদের সবুজ বায়ব অংশে—বিশেষত পাতাতেই পত্ররন্ধ্রের প্রাচুর্য বেশী। একবীজপত্রীর পাতার উভয় ত্বকে প্রায় সম সংখ্যক পত্ররন্ধ্র থাকে। দ্বিবীজপত্রী পাতার ঊর্ধ্বত্বক অপেক্ষা নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা বেশী। ফুলের বিভিন্ন অংশ, যেমন বৃতি, দল, পুংকেশর এবং গর্ভকেশরেও পত্ররন্ধ্র বর্তমান। জলজ ভাসমান উদ্ভিদের পাতার কেবল ঊর্ধ্বত্বকেই পত্ররন্ধ্র (**জলরন্ধ্র***—water stomata) থাকে। সম্পূর্ণ নিমজ্জিত

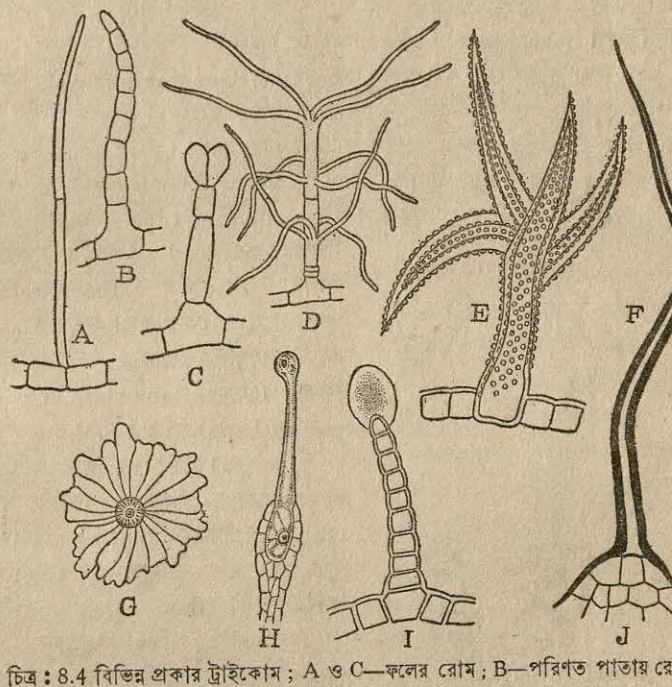
* জলরন্ধ্র সাধারণ পত্ররন্ধ্র অপেক্ষা আকারে বড়। এদের রক্ষীকোষে প্রোটোপ্লাজম না থাকায় রন্ধ্র (aperture) সর্বদাই খোলা থাকে। ঐ রন্ধ্রপথে দেহের অতিরিক্ত জল তরলাকারে নির্গত হয়।

উদ্ভিদের পাতায় বা মূলে সাধারণত পত্ররন্ধ্র থাকে না। এইসব ক্ষেত্রে পত্ররন্ধ্র নিষ্ক্রিয় (functionless)। পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে 5,000 থেকে 30,000। তবে প্রজাতিভেদে এমনকি পত্রভেদে কোন নির্দিষ্ট এলাকায় পত্ররন্ধ্রের সংখ্যার তারতম্য ঘটতে পারে।

কাজ (Function) : (1) সালোকসংশ্লেষ ও শ্বসনের সময় গ্যাসীয় পদার্থ বিনিময়ে পত্ররন্ধ্র সহযোগিতা করে। (2) পাতা বা অন্যান্য উদ্ভিদাংগ থেকে বাষ্পমোচনের সময় অতিরিক্ত জল মোচন করতেও পত্ররন্ধ্র সাহায্য করে। (3) রক্ষীকোষে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকায় স্বাভাবিকভাবে সালোকসংশ্লেষ চালিয়ে শর্করাখাদ্য প্রস্তুত করতে পারে।

8.4. ত্বকীয় উপবৃদ্ধি [Epidermal outgrowth]

ত্বকের কোন কোন কোষ থেকে বাইরের দিকে এককোষী বা বহুকোষী নানা আকৃতির উপবৃদ্ধি উদ্গত হয়। এগুলিকে একত্রে **ট্রাইকোম** (Trichome) বলে (চিত্র : 8.4)।



চিত্র : 8.4 বিভিন্ন প্রকার ট্রাইকোম ; A ও C—ফলের রোম ; B—পরিণত পাতায় রোম ; D—কচি পাতায় রোম ; E—কাণ্ডের রোম ; F,J—কার্পাস তুলোর রোম ; G—বেল ফুলের কাণ্ডের রোম ; H—বিছুটির দংশক রোম ; I—পুনর্নবার গ্রন্থি রোম ;

ট্রাইকোম নানা রকমের—সাধারণ রোম, গ্রন্থিরোম (glandular hair), দংশকরোম (stinging hair), জলথলি (water-vesicle) ইত্যাদি।

8.5. আদি কলাতন্ত্র বা গ্রাউণ্ড (ফাণ্ডামেণ্টাল) টিস্যু সিস্টেম [Fundamental or ground tissue system]

উদ্ভিদ দেহের বিরাট অংশই আদিকলাতন্ত্রের অন্তর্গত। ত্বকের নীচ থেকে সুরু করে

অন্তস্ত্বক—এমনকি পরিচক্র, মজ্জারশ্মি এবং কেন্দ্রস্থ মজ্জা পর্যন্ত আদিকলা বিস্তৃত। আদি কলাতন্ত্রের অন্তর্গত কলা নানাপ্রকার। স্বভাবতই এদের কাজের চরিত্রও এক নয়। আদিকলাতন্ত্রের প্রধান অংশই অধিকার করে থাকে প্যারেনকাইমা, তবে কোলেনকাইমা ও স্ক্লেরেনকাইমা কলাও এতে দেখা যায়।

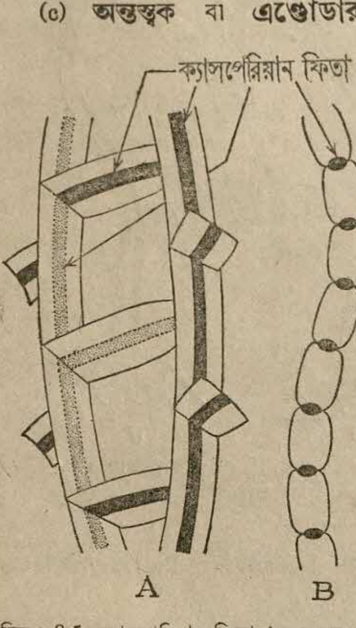
মূল বা কাণ্ডের আদিকলাতন্ত্রের অন্তর্গত কলা **বহির্মজ্জা, অন্তস্ত্বক, পরিচক্র, মজ্জা** ও **মজ্জারশ্মি** প্রভৃতি পৃথক পৃথক অংশে বিভক্ত। পাতার আদিকলা **মেসোফিল** (mesophyll) নামে পরিচিত—এটি আবার ক্ষেত্রবিশেষে স্পঞ্জি ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত।

1. **বহির্মজ্জা** বা **কর্টেক্স** (Cortex): বহিস্ত্বক ও পরিচক্রের মধ্যেকার কলাকে একত্রে বহির্মজ্জা বলা হয়। বহির্মজ্জা সাধারণত নিম্নলিখিত অঞ্চলগুলিতে বিভক্ত:

(a) **অধস্ত্বক** বা **হাইপোডারমিস** (Hypodermis): এটি ত্বকের নীচে কয়েক-প্রস্থ কোলেনকাইমা বা স্ক্লেরেনকাইমা দ্বারা গঠিত। দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের কোলেনকাইমা এবং একবীজপত্রী কাণ্ডের অধস্ত্বকে স্ক্লেরেনকাইমা কলা থাকে। উভয় কলাস্তরই প্রধানত **যান্ত্রিক** বা **বলদায়ীকলা** (mechanical or supporting tissue) হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(b) **সাধারণ বহির্মজ্জা** বা **জেনারেল কর্টেক্স** (General cortex): অধস্ত্বকের নীচ থেকে অন্তস্ত্বক পর্যন্ত বহির্মজ্জার বাকি অংশ সাধারণ বহির্মজ্জা। এই অংশটি পাতলা প্রাকারাবদ্ধ এবং কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা কলায় গঠিত। এই কলার কোষগুলিতে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকতে পারে বা নাও থাকতে পারে। এছাড়া এতে জল ও খাদ্য সঞ্চিত থাকে।

(c) **অন্তস্ত্বক** বা **এণ্ডোডারমিস** (Endodermis): বহির্মজ্জার একেবারে ভিতরের স্তর এটি। একসারি ঘণসন্নিবিষ্ট সজীব, পিপাকৃতি (barrel-shaped) প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা অন্তস্ত্বক গঠিত। এই কোষগুলির প্রাকার **ক্যাসপেরিয়ান ফিতা** (Casparian strip or Casparian band) (চিত্র: 8.5) দ্বারা বিশেষভাবে স্থূলীভূত। অন্তস্ত্বকের কোষগুলির প্রস্থ ও পার্শ্ব প্রাকারে ফিতার মতো সুবেরিন (suberin), কিউটিন (cutin) প্রভৃতির স্তর পড়ে ক্যাসপেরিয়ান ফিতা সৃষ্টি হয়। বিজ্ঞানী **ক্যাসপেরী** (Caspary) 1865 খ্রীষ্টাব্দে সর্বপ্রথম এটির অস্তিত্ব অনুধাবন করেন। গাছের মূলের ক্ষেত্রে এই স্তরের স্থূল প্রাকার-বেষ্টিত কোষের মাঝে মাঝে পাতলা প্রাকারাবদ্ধ কতকগুলি কোষ দেখা যায়। এগুলিকে **পারণ কোষ** বা **প্যাসেজ কোষ** (Passage cell) বলে। মূলের অন্তস্ত্বক সব সময় গোলাকার হলেও দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডে এটি ঢেউ খেলানো। একবীজপত্রী কাণ্ডে অন্তস্ত্বক থাকে না। কোন কোন দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের (যেমন, সূর্যমুখী)



চিত্র: 8.5 ক্যাসপেরিয়ান ফিতা A—অন্তস্ত্বকের ত্রিমাত্রিক চিত্ররূপ, B—অন্তস্ত্বকের প্রস্থচ্ছেদ

অন্তস্ত্বকের কোষে শ্বেতসার বা স্টার্চদানা থাকে। এই ধরনের অন্তস্ত্বককে **শ্বেতসার স্তর** বা **স্টার্চসীথ** (Starch sheath) বলা হয়।

কাজ : (i) অন্তস্ত্বক ভিতরের কলাকে রক্ষা করে; (ii) জাইলেম বাহিকায় যাতে বাতাস প্রবেশ করতে না পারে সেজন্য এটি **বায়ু-বাঁধ** (air-dam) রূপে কাজ করে : (iii) মূলজ প্রেষকে নিয়ন্ত্রণ করে; (iv) কখনও কখনও এতে শ্বেতসার সঞ্চিত থাকে; (v) সংবহন কলা ও তার চতুপার্শ্বস্থ কলাকে জলসম্পৃক্ত রাখে।

2. **পরিচক্র** (Pericycle) : অন্তস্ত্বক-সংলগ্ন এক বা একাধিক স্তরে বিন্যস্ত কলাকে পরিচক্র বলে। প্রকৃতপক্ষে স্টিলি (Stele) বা কেন্দ্রস্তম্ভের সীমানা নির্দেশক কলা এটি (limiting layer of stele)। পরিচক্র সম্পূর্ণভাবে স্ক্লেরেনকাইমায় (যেমন—কুমড়ো কাণ্ড) অথবা প্যারেনকাইমায় ও স্ক্লেরেনকাইমায় (যেমন—সূর্যমুখী কাণ্ড) গঠিত। কোন কোন ক্ষেত্রে স্ক্লেরেনকাইমা কোষস্তর ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের মাথায় টুপির মতো অবস্থান করে। তখন একে **বাণ্ডিল টুপি** (Bundle cap) বলা হয় (যেমন—সূর্যমুখী)। একবীজপত্রী কাণ্ডে পরিচক্র থাকে না। স্থলবাসী দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলে পাতলা প্রাকারাবদ্ধ একস্তরে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা কলা পরিচক্র গঠন করে। কোন কোন জলজ উদ্ভিদের কাণ্ড বা মূলে পরিচক্র থাকে না।

কাজ : (i) পরিচক্র থেকে পার্শ্বমূল উদ্গত হয়। (ii) দ্বিবীজপত্রী মূলে পরিচক্র থেকেই গৌণ ভাজককলা উৎপন্ন হয়। (iii) কাণ্ডে পরিচক্র থেকেই অস্থানিকমূল নির্গত হয়। (iv) পরিচক্র সময় বিশেষে খাদ্য সঞ্চয়ের কাজ, ক্ষরণের কাজ—এমনকি যান্ত্রিক বা বলদায়ী কলা হিসাবেও কাজ করে।

3. **মজ্জা** বা **পিথ** বা **মেডালা** (Pith or Medulla) : দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ড ও মূলে এবং একবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলে একেবারে কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত কলাকে মজ্জা বলে। মজ্জাকে ঘিরে ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল বিন্যস্ত থাকে। মজ্জা সম্পূর্ণভাবে গোলাকার, পাতলা প্রাকারাবদ্ধ এবং কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা কোষদ্বারা অথবা স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। অনেক সময় উদ্ভিদের বৃদ্ধির সময় মজ্জার কেন্দ্রীয় অংশ নষ্ট হয়ে গিয়ে **গহ্বরময় মজ্জা** (Hollow pith) রচনা করে (যেমন—কুমড়ো)। একবীজপত্রী উদ্ভিদমূলে মজ্জা বড়, কিন্তু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদমূলে এটি একেবারেই থাকে না বা স্বল্প স্থান অধিকার করে থাকে।

কাজ : (i) মজ্জা খাদ্যবস্তু সঞ্চয় করে রাখে। (ii) যে সব ক্ষেত্রে মজ্জা স্ক্লেরেনকাইমা কলায় গঠিত সেসব ক্ষেত্রে উদ্ভিদকে বল দান করে।

4. **মজ্জারশ্মি** বা **মজ্জাংশু** বা **মেডালারী রে** (Pith rays or Medullary rays) : দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদকাণ্ডে দুই ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের মধ্যবর্তী স্থান বরাবর মজ্জা থেকে পরিচক্রের দিকে বর্ধিত সরু ও দীর্ঘ প্যারেনকাইমার কোষকে মজ্জারশ্মি বলে।

কাজ : (i) মজ্জারশ্মি জল ও খাদ্য পরিবহণে অংশ নেয়। (ii) প্রকৃতিগতভাবে ভাজককলা হওয়ায় প্রয়োজনবোধে মজ্জারশ্মি থেকে গৌণকলা (Secondary tissue) সৃষ্টি হতে পারে।

উপরে বর্ণিত অঞ্চলগুলির মধ্যে অন্তস্ত্বক দ্বারা আবদ্ধ পরিচক্র, মজ্জা ও মজ্জারশ্মি প্রভৃতি কলাগুলিকে একত্রে **অন্তঃস্টিলীয় কলা** বা **অন্তঃস্তম্ভ কলা** (Intra-stelar tissue)

এবং অন্তস্ত্বক, সাধারণ বহির্মজ্জা ও অধস্তকের কলাগুলিকে একত্রে **বহিঃস্টিলীয় বা বহিঃস্তম্ভ কলা** (Extra-stelar tissue) বলে।

আদিকলাতন্ত্রের ছক—

- আদিকলা তন্ত্র
  - বহিঃস্টিলীয় কলা
    - বহির্মজ্জা
      - অধস্ত্বক
      - সাধারণ বহির্মজ্জা
    - অন্তস্ত্বক
  - অন্তঃস্টিলীয় কলা
    - পরিচক্র
    - মজ্জা
    - মজ্জারশ্মি

8.6. সংবহন কলাতন্ত্র বা ভ্যাস্কুলার টিস্যু সিস্টেম [Vascular tissue system]

ভ্যাস্কুলার টিসু সিস্টেম মূলত কতকগুলি ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের সমষ্টি। ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল প্রধানত জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা এবং কখনও কখনও ক্যাম্বিয়ম দ্বারা গঠিত। এই কলাতন্ত্রের দ্বারা প্রধানত তিনটি শারীরবৃত্তীয় কাজ হয়ে থাকে—(1) জাইলেম মাধ্যমে রসের (Sap) **ঊর্ধ্ব পরিবহণ** (Upward translocation) (2) ফ্লোয়েম মাধ্যমে পাতায় তৈরী খাদ্য বা সঞ্চিত খাদ্যের **নিম্ন পরিবহণ** (Downward translocation) এবং (3) ক্যাম্বিয়ম থাকলে উদ্ভিদের **পরিধি বৃদ্ধি**। এছাড়া **জাইলেম ফাইবার ও ফ্লোয়েম ফাইবার** উদ্ভিদদেহকে দৈহিক শক্তি যোগায়। দ্বিবীজপত্রী ও জীমনোস্পার্মের কাণ্ড ও মূলের ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল **চক্রাকারে সজ্জিত** (Ringed arrangement) কিন্তু একবীজপত্রী কাণ্ডে সেগুলি আদিকলায় **ছড়িয়ে ছিটিয়ে** (Scattered arrangement) থাকে। পাতার শিরা-উপশিরাগুলি সংবহণ কলাতন্ত্রের অবস্থান নির্দেশ করে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে পাতার নালিকাবাণ্ডিলগুলি প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে ঘেরা থাকে। এই আবরণকে **বাণ্ডিল আবরণ** বা **বাণ্ডিল সীদ** (Bundle sheath) বলে।

ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের উপাদান (Elements of vascular bundles):

1. **জাইলেম** বা **উড** (Xylem or Wood): জাইলেম **ট্রাকিড, ট্রাকিয়া** বা **ভেসেল, জাইলেম ফাইবার** এবং **জাইলেম প্যারেনকাইমা** দ্বারা গঠিত একটি জটিল কলা। বিভিন্ন ধরনের ট্রাকিয়া বা ভেসেলের উপস্থিতি জাইলেমের একটি চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য। প্রথমে গঠিত জাইলেমকে **প্রোটোজাইলেম** (Protoxylem) এবং পরবর্তীকালে গঠিত জাইলেমকে **মেটাজাইলেম** (Metaxylem) বলে। কাণ্ডের জাইলেমের উৎপত্তি অপকেন্দ্রিক (Centrifugal) অর্থাৎ প্রোটোজাইলেম কেন্দ্রের দিকে প্রথমে উৎপন্ন হয়। এই ধরনের জাইলেমকে **এণ্ডার্ক** (Endarch) বলে। মূলে এর ঠিক

উল্টো ব্যবস্থা লক্ষ্য করা যায়। সেখানে জাইলেমের উৎপত্তি **অভিকেন্দ্রিক** (Centripetal) অর্থাৎ প্রোটোজাইলেম পরিধির দিকে প্রথমে উৎপন্ন হয় ; সেজন্য মেটাজাইলেম কেন্দ্রের দিকে থাকে। এই ধরনের জাইলেমকে **এক্সার্ক** (Exarch) বলে। প্রোটোজাইলেম জাইলেম অক্ষের মধ্যাংশে থাকলে জাইলেমকে **মধ্যকেন্দ্রিক** বা **মেসার্ক** (Mesarch) বলে। যেমন ; ফার্ন, সাইকাস ইত্যাদি। জাইলেম প্যারেনকাইমা বাদে জাইলেমের অন্যান্য উপাদানগুলি মৃত।

2. **ফ্লোয়েম** বা **বাস্ট**, (Phloem or Bast) : ফ্লোয়েম **সীভনল, সঙ্গীকোষ, ফ্লোয়েম ফাইবার** ও **ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা**—এই চার প্রকার কোষ দ্বারা গঠিত একটি জটিল কলা। জাইলেমের মতো ফোয়েমের যে অংশটি প্রথম উৎপন্ন হয় তাকে **প্রোটোফ্লোয়েম** (Protophloem) এবং পরবর্তীকালে উৎপন্ন ফ্লোয়েমকে **মেটাফ্লোয়েম** (Metaphloem) বলে। ফ্লোয়েমের উপাদানগুলির মধ্যে শ্রমবিভাগ লক্ষ্য করা যায়। সীভনল প্রোটিন ও কার্বোহাইড্রেট খাদ্য পরিবহণ করে ; সঙ্গীকোষ তরল খাদ্যরসকে পার্শ্বদেশে বহণ করে এবং ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা অ্যামাইনো অ্যাসিড ও দ্রবীভূত কার্বোহাইড্রেট পরিবহণ করে। ফ্লোয়েম ফাইবার বাদে ফ্লোয়েমের অন্যান্য উপাদানগুলি সজীব।

3. **ক্যাম্বিয়াম** (Cambium) : ক্যাম্বিয়ম প্রাথমিক ভাজককলার এমন একটি অংশ যা দ্বিবীজপত্রী ও জীমনোস্পার্মের কাণ্ডে জাইলেম ও ফ্লোয়েমের অন্তর্বর্তী স্থান দখল করে থাকে। একবীজপত্রী কাণ্ডে ক্যাম্বিয়ম থাকে না। কয়েক স্তরে বিন্যস্ত কতকগুলি আয়তক্ষেত্রাকার পাতলা প্রাকারাবদ্ধ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা ক্যাম্বিয়ম গঠিত। গৌণ বৃদ্ধির সময় ক্যাম্বিয়মের কোষগুলি ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে অতিরিক্ত গৌণকলা—অর্থাৎ গৌণ জাইলেম ও গৌণ ফ্লোয়েম গঠন করে।

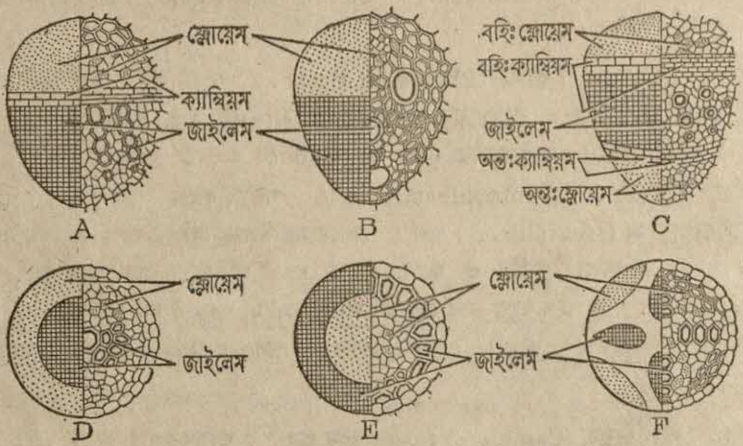
8.7. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের প্রকারভেদ [Types of vascular bundles]

জাইলেম ও ফ্লোয়েমের অবস্থান অনুযায়ী ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল **সংযুক্ত** (কাণ্ডে) বা **অরীয়** (মূলে) (চিত্র : 8.6)।

A. **সংযুক্ত** (Conjoint) : জাইলেম ও ফ্লোয়েম উপর নীচে পরস্পর সংলগ্ন থাকলে ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত। সংযুক্ত ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল নিম্নরূপ।

1. **সমপার্শ্বীয়** (Collateral) : সমপার্শ্বীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলে জাইলেম ও ফ্লোয়েম একই ব্যাসার্ধে পরস্পর সংলগ্ন অবস্থায় যথাক্রমে নীচে ও উপরে অবস্থান করে। যদি এদের মধ্যে ক্যাম্বিয়ম থাকে তবে তা হল **মুক্ত সমপার্শ্বীয়** (open collateral)। এই জাতীয় বাণ্ডিল দ্বিবীজপত্রী ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ কাণ্ডে দেখা যায়। ক্যাম্বিয়ম থাকার জন্য এইসব বাণ্ডিলের গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। একইভাবে বিন্যস্ত জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যে ক্যাম্বিয়ম না থাকলে সেই ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলকে **বদ্ধ সমপার্শ্বীয়** (closed collateral) বলে। এই জাতীয় বাণ্ডিল একবীজপত্রীর কাণ্ড ও পাতায় দেওয়া যায়। ক্যাম্বিয়ম না থাকার জন্য এইসব ক্ষেত্রে স্বাভাবিক গৌণবৃদ্ধি ঘটে না।

2. **সমদ্বিপার্শ্বীয় (Bicollateral)** : এরূপ ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলে জাইলেম মাঝখানে থাকে এবং তার উপরে ও নীচে একই ব্যাসার্ধে ফ্লোয়েম বিন্যস্ত থাকে। উপরের ফ্লোয়েমকে **বহিঃফ্লোয়েম** (outer phloem) এবং নীচের ফ্লোয়েমকে **অন্তঃফ্লোয়েম** (Inner phloem) বলে। উভয় ফ্লোয়েমই জাইলেম থেকে দুটি ক্যাম্বিয়ম স্তর দ্বারা



চিত্র 8.6 বিভিন্ন প্রকার ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল; A—সংযুক্ত মুক্ত সমপার্শ্বীয়; B—সংযুক্ত বদ্ধ সমপার্শ্বীয়; C—সংযুক্ত সমদ্বিপার্শ্বীয়; D—জাইলেম কেন্দ্রিক; E—ফ্লোয়েম কেন্দ্রিক; F—অরীয়

পৃথক রাখে। বাহিরের ফ্লোয়েম সংলগ্ন ক্যাম্বিয়মকে **বহিঃক্যাম্বিয়ম** (outer cambium) এবং ভিতরের ফ্লোয়েম সংলগ্ন ক্যাম্বিয়মকে **অন্তঃক্যাম্বিয়ম** (Inner cambium) বলা হয়। লাউ, কুমড়োর কাণ্ডে সমদ্বিপার্শ্বীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল দেখা যায়।

3. **কেন্দ্রীয়** (Concentric) : সংযুক্তাবস্থায় যখন জাইলেম ও ফ্লোয়েম একে অন্যকে বেষ্টন করে তাকে কেন্দ্রীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল বলে। ফ্লোয়েম জাইলেমকে বেষ্টন করলে সেই ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলটি হল **জাইলেম কেন্দ্রিক** বা **হ্যাড্রোসেন্ট্রিক** (Hadrocentric) বা **অ্যাম্ফিক্রাইব্রাল** (Amphicribral) এবং জাইলেম ফ্লোয়েমকে বেষ্টন করলে সেই ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল হল **ফ্লোয়েমকেন্দ্রিক** বা **লেপটোসেন্ট্রিক** (Leptocentric) বা **অ্যাম্ফিভেসাল** (Amphivasal)। লাইকোপোডিয়ম, ফার্ণ প্রভৃতিতে জাইলেমকেন্দ্রিক এবং ড্রাসিনা নামে একবীজপত্রী উদ্ভিদকাণ্ডে ফ্লোয়েমকেন্দ্রিক ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল দেখা যায়।

B. **অরীয়** (Radial) : অরীয় বিন্যাসে জাইলেম ও ফ্লোয়েম কখনই সংযুক্ত অবস্থায় থাকে না, এমন কি একই ব্যাসার্ধেও বিন্যস্ত হয় না। তবে বলয়াকারে উভয়েই পৃথক পৃথকভাবে একের পর এক পাশাপাশি সজ্জিত হয়। **উদ্ভিদের মূলে এইপ্রকার সজ্জাপদ্ধতি দেখা যায়।**

নীচে বিভিন্ন প্রকার ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের ছক দেওয়া হল ঃ

ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল
- সংযুক্ত
  - সমপার্শ্বীয়
    - মুক্ত (যথা ঃ সূর্যমুখী)
    - বদ্ধ (যথা ঃ ভুট্টা)
  - সমদ্বিপার্শ্বীয়
  - কেন্দ্রীয়
    - জাইলেম কেন্দ্রিক (যথা ঃ ফার্ণ)
    - ফ্লোয়েম কেন্দ্রিক (যথা ঃ ড্রাসিনা)
- অরীয় (যথা : উদ্ভিদ মূল)

8.8. কাণ্ডের প্রাথমিক গঠন [Primary structures of stems]

(A) দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের অন্তর্গঠনের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য (Some anatomical features of Dicot stem) :

1. কাণ্ড অন্তঃস্টিলীয় (Intra-stelar) ও বহিঃস্টিলীয় (Extra-stelar) অংশে বিভেদিত।
2. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলগুলি চক্রাকারে সুবিন্যস্ত।
3. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও মুক্ত।
4. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের মাঝ দিয়ে মজ্জারশ্মি বিন্যস্ত।

নমুনা 1. কচি সূর্যমুখী (Sunflower—*Helianthus annuus*) কাণ্ড ঃ

একটি কচি সূর্যমুখী কাণ্ডের পর্বমধ্যের প্রস্থচ্ছেদ (চিত্র ঃ 8.7) অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাগুলি পরিধির দিক থেকে কেন্দ্রের দিকে পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়।

1. **বহিস্ত্বক** বা **এপিডারমিস** (Epidermis) ঃ এটি কাণ্ডের একেবারে বাইরের রক্ষক স্তর। একস্তরে সাজানো সজীব পিপাকৃতি প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা বহিস্ত্বক গঠিত। কোষগুলির মাঝে কোন কোষান্তর গহ্বর থাকে না। বহিস্ত্বকের বাইরের কোষপ্রাকার কিউটিকলযুক্ত। বহিস্ত্বক থেকে উদগত রোমগুলি বহুকোষী। বহিস্ত্বকে প্রায়শই পত্ররন্ধ্র থাকে।

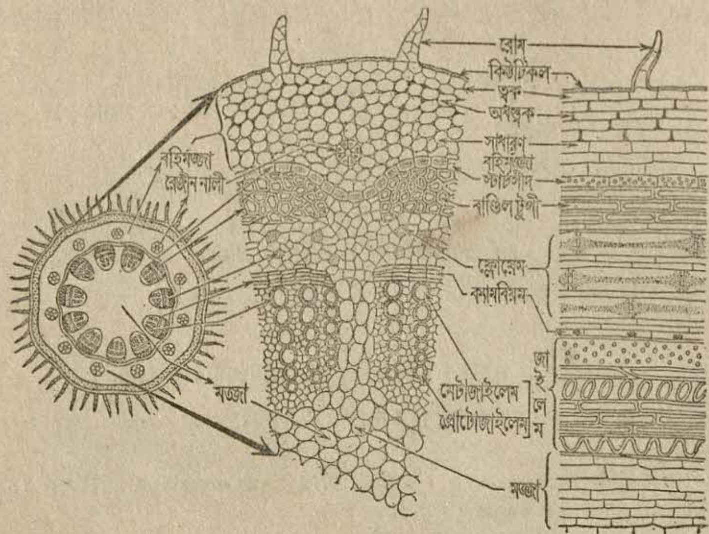
2. **বহির্মজ্জা** বা **কর্টেক্স** (Cortex) ঃ বহিস্ত্বকের ঠিক ভিতরের স্থানটি বহির্মজ্জা। এটি তিনটি পৃথক অংশে বিভক্ত।

(i) **অধস্ত্বক** বা **হাইপোডারমিস** (Hypodermis) ঃ একটানা কয়েক স্তরে বিন্যস্ত কোলেনকাইমা কলা দ্বারা অধস্ত্বক গঠিত। এই কলাকোষে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে।

(ii) **সাধারণ বহির্মজ্জা** বা **জেনারেল কর্টেক্স** (General cortex) ঃ অধস্ত্বকের নীচে বিস্তৃত অংশটি কতকগুলি আলগাভাবে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এই কোষগুলির মাঝে কোষান্তর রন্ধ্র থাকে। এই অংশেই রেজিননালী দেখা যায়।

(iii) **অন্তস্ত্বক** বা **শ্বেতসার স্তর** বা **এণ্ডোডারমিস** (Starch Sheath or Endodermis) ঃ বহির্মজ্জার সর্বনিম্ন স্তর এটি। এর পিপাকৃতি কোষগুলির বিন্যাসপদ্ধতি

বহিস্ত্বকের কোষগুলির সজ্জাপদ্ধতির অনুরূপ। অর্থাৎ কোষান্তর রন্ধ্রহীন পিপাকৃতি একসারি-কোষ পাশাপাশি তরঙ্গায়িত চক্ররূপে (wavy band) বিন্যস্ত থেকে অন্তস্ত্বক গঠন করে।



চিত্র : 8.7. সূর্যমুখী কাণ্ডের অন্তর্গঠন

অন্তস্ত্বকের কোষগুলির পার্শ্বপ্রাকারে **ক্যাসপেরিয়ান ফিতা** (Casparian strip) বর্তমান। অন্তস্ত্বকের কোষগুলিতে প্রচুর শ্বেতসার দানা থাকে বলে একে শ্বেতসার স্তরও বলা হয়।

3. **কেন্দ্রস্তম্ভ** বা **স্টিলি** (Stele) : অন্তস্ত্বকের ভিতরের সমগ্র অংশটিকে কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি বলে। কেন্দ্রস্তম্ভ নিম্নলিখিত অংশগুলিতে বিভক্ত :

(i) **পরিচক্র** বা **পেরিসাইকল** (Pericycle) : অন্তস্ত্বকের ঠিক নীচে কয়েকস্তরে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা ও স্ক্লেরেনকাইমা—এই যুগ্ম কলার দ্বারা পরিচক্র গঠিত। স্ক্লেরেনকাইমা গুচ্ছাকারে প্রতিটি ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের মাথায় অবস্থান করে। তাই ঐ গুচ্ছগুলিকে **বাণ্ডিল টুপী** (Bundle cap) বলে। প্রতিটি বাণ্ডিল টুপীর উভয়পাশে প্যারেনকাইমা থাকে।

(ii) **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundle) : এগুলি একটিমাত্র চক্রে সজ্জিত বিশিষ্ট অংশ। প্রতিটি বাণ্ডিলের ফ্লোয়েম উপরের দিকে এবং জাইলেম নীচের দিকে অবস্থান করে। উভয়ের মধ্যে ক্যাম্বিয়ম বর্তমান। সেজন্য ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলগুলিকে **সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়** ও **মুক্ত** বলা হয়। মেটাজাইলেমগুলি পরিধির দিকে এবং প্রোটোজাইলেমগুলি কেন্দ্রের দিকে বিন্যস্ত থাকে।

(iii) **মজ্জারশ্মি** বা **মেডালারী রে** (Medullary rays) : দুটি নালিকা-বাণ্ডিলের অন্তর্বর্তী স্থান, যে পাতলা প্রাকারযুক্ত প্রলম্বিত মজ্জার লম্বা প্যারেনকাইমা কোষগুলি অধিকার করে থাকে সেগুলিকে মজ্জারশ্মি বলে।

(iv) **মজ্জা** বা **পিথ** (Pith) : কাণ্ডের কেন্দ্রস্থ অঞ্চলটি পাতলা প্রাকারাবদ্ধ ডিম্বাকৃতি বা গোলাকার কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা কলা দ্বারা গঠিত। এই অঞ্চলটিকে মজ্জা বলে।

নীচে দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের (সূর্যমুখীর) অভ্যন্তরীণ গঠনের ছক দেওয়া হল ঃ

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড
(সূর্যমুখী)

- বহিস্ত্বক (বহুকোষী রোমযুক্ত)
- বহির্মজ্জা
  - অধস্ত্বক
  - সাধারণ বহিস্ত্বক
  - অন্তস্ত্বক (=স্টার্চসীদ)
- কেন্দ্রস্তম্ভ
  - পরিচক্র (বাণ্ডিল টুপি + প্যারেনকাইমা)
  - নালিকা বাণ্ডিল (সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়, মুক্ত)
    - ফ্লোয়েম
    - ক্যাম্বিয়ম
    - জাইলেম
  - মজ্জারশ্মি
  - মজ্জা

নমুনা 2. কচি কুমড়ো (Gourd—*Cucurbita maxima*) কাণ্ড

একটি কচি কুমড়ো কাণ্ডের পর্বমধ্যের প্রস্থচ্ছেদ অনুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাগুলিকে পরিধির দিক থেকে কেন্দ্রের দিকে পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়।

1. **বহিস্ত্বক বা এপিডারমিস** (Epidermis) ঃ কুমড়ো কাণ্ডের বাইরের এই রক্ষক স্তরটি ঘণসন্নিবিষ্ট কোষান্তর রন্ধ্রহীন তরঙ্গাকারে (wavy) একস্তরে সজ্জিত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। কোষগুলির বহিঃপ্রাকার কিউটিকলযুক্ত। বহিস্ত্বক থেকে উদ্গত রোমগুলি বহুকোষী। বহিস্ত্বকে সচরাচর পত্ররন্ধ্র দেখা যায়।

2. **বহির্মজ্জা বা কর্টেক্স** (Cortex) : বহিস্ত্বকের নীচে সংক্ষিপ্ত স্থান অধিকার করে থাকে বহির্মজ্জা। এটি যথারীতি তিনটি পৃথক স্তরে বিভক্ত ঃ

(i) **অধস্ত্বক বা হাইপোডারমিস** (Hypodermis) ঃ বহিস্ত্বক-সংলগ্ন বহির্মজ্জার একেবারে বাইরের স্তর এটি। কয়েকস্তরযুক্ত অধস্ত্বকে কোলেনকাইমা ও প্যারেনকাইমা পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকে। কেবলমাত্র উঁচু অংশ (ridged region) তিন-চার স্তরে কোলেনকাইমা এবং নিচু অংশে (furrowed region) প্যারেনকাইমা কোষ থাকে। উভয় কোষেই অল্পবিস্তর ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে।

(ii) **সাধারণ বহির্মজ্জা বা জেনারেল কর্টেক্স** (General Cortex) ঃ অধস্ত্বকের নীচে ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত দু-তিনটি প্যারেনকাইমা কোষস্তর দ্বারা সাধারণ বহির্মজ্জা গঠিত।

(iii) **অন্তস্ত্বক বা এণ্ডোডারমিস** (Endodermis) ঃ বহির্মজ্জার একেবারে ভিতরের এই ব্যারেলাকৃতি এবং একস্তরে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা কোষস্তরটিকে অন্তস্ত্বক বলে। এই কোষস্তরে শ্বেতসার থাকে বলে একে **শ্বেতসার স্তর** বা **স্টার্চ সীদ** (Starch sheath) বলা হয়। শ্বেতসার স্তর চক্রাকারে কেন্দ্রস্তম্ভকে ঘিরে রাখে।

3. **কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি** (Stele) ঃ অন্তস্ত্বকের ভিতরের সমগ্র অংশকে কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি বলে। এটি নিম্নলিখিত অংশগুলিতে বিভক্ত ঃ

(i) **পরিচক্র** বা **পেরিসাইকল** (Pericycle) : এটি তিন-চার সারি স্ক্লেরেন-কাইমা কোষ এবং স্ক্লেরেনকাইমার নীচে কয়েক সারি প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

(ii) **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundle) : কুমড়োর নালিকা বাণ্ডিলগুলি দুটি পৃথক চক্রে সজ্জিত থাকে। বাইরের চক্রে ছোট বাণ্ডিল এবং ভিতরের চক্রে বড় বাণ্ডিলগুলি অবস্থান করে। বাণ্ডিলগুলি **সংযুক্ত, সমদ্বিপার্শ্বীয়, মুক্ত**—কারণ মধ্যের জাইলেমের উভয় পাশে ফ্লোয়েম থাকে এবং উভয় ক্ষেত্রেই জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মাঝে ক্যাম্বিয়ম বর্তমান।

(iii) **মজ্জা** বা **পিথ** (Pith) : মজ্জা অসংলগ্ন কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত। পরিণত কাণ্ডের মজ্জা নষ্ট হয়ে গেলে মজ্জা ফাঁপা দেখায়। এরূপ মজ্জাকে **ফাঁপা মজ্জা** (Hollow pith) বলে।

নীচে কুমড়ো কাণ্ডের অভ্যন্তরীণ গঠনের ছক দেওয়া হল :—

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড
(কুমড়ো)

- বহিস্ত্বক (বহুকোষী রোমযুক্ত)
- বহির্মজ্জা
  - অধস্ত্বক
  - সাধারণ বহির্মজ্জা
  - অন্তস্ত্বক (= স্টার্চ সীদ)
- কেন্দ্রস্তম্ভ
  - পরিচক্র (স্ক্লেরেনকাইমা + প্যারেনকাইমা)
  - নালিকাবাণ্ডিল (সংযুক্ত, সমদ্বিপার্শ্বীয়, মুক্ত)
    - বহিঃ ফ্লোয়েম
    - বহিঃ ক্যাম্বিয়ম
    - জাইলেম
    - অন্তঃ ক্যাম্বিয়ম
    - অন্তঃ ফ্লোয়েম
  - মজ্জা

(B) **একবীজপত্রী কাণ্ডের অন্তর্গঠনের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য** (Some anatomical features of Monocot Stem)

1. কাণ্ড অন্তঃস্থিলীয় ও বহিঃস্থিলীয় অংশে **বিভক্ত নয়**।
2. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলগুলি সুবিন্যস্ত নয় এবং তারা **আদিকলায় এলোমেলোভাবে ছড়িয়ে থাকে**।
3. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলগুলি **সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও বদ্ধ**।
4. মজ্জা ও মজ্জারশ্মি অবর্তমান।

নমুনা 1. **কচি ভুট্টা** (Maize—*Zea mays*) **কাণ্ড**

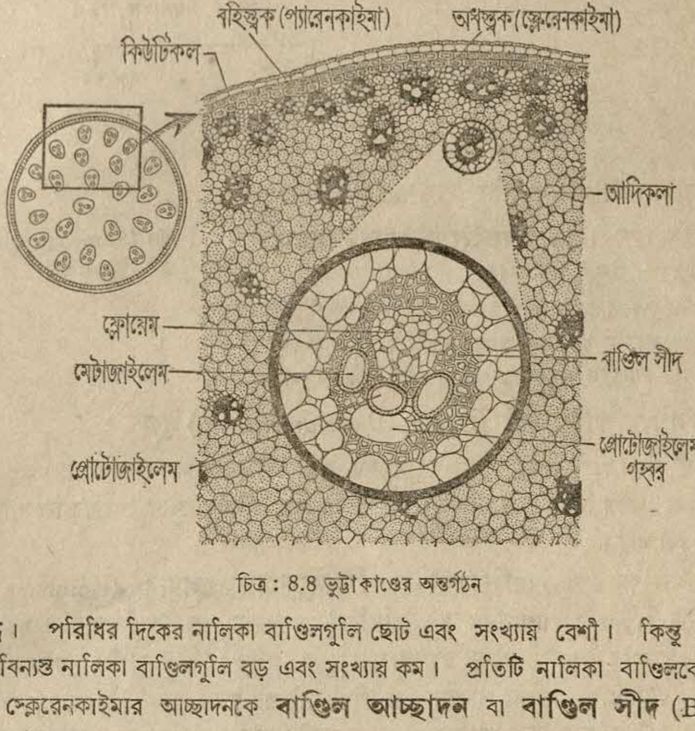
একটি কচি ভুট্টা কাণ্ডের সূক্ষ্ম প্রস্থচ্ছেদ (চিত্র : 8.8) অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাগুলি পরিধির দিক থেকে কেন্দ্রের দিকে পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়।

1. **বহিস্ত্বক** বা **এপিডারমিস** (Epidermis) : পিপাকৃতি, একসারি কোষান্তর রন্ধ্রহীন প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা বহিস্ত্বক গঠিত। পাশাপাশি বিন্যস্ত কোষগুলি ক্লোরো-প্লাস্টপূর্ণ এবং সজীব। বহিস্ত্বকে মাঝে মাঝে পত্ররন্ধ্র বর্তমান। বহিস্ত্বকে কোন রোম নেই—বাইরের প্রাকার কিউটিকলযুক্ত।

2. **অধস্ত্বক** বা **হাইপোডারমিস** (Hypodermis) : বহিস্ত্বক সংলগ্ন দু'তিন সারি স্ক্লেরেনকাইমা স্তর হল অধস্ত্বক।

3. **আদিকলা** বা **গ্রাউণ্ড টিস্যু** (Ground tissue) : অধস্ত্বকের ভিতরে কেন্দ্র পর্যন্ত বিস্তৃত সজীব, কোষান্তররন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা কলাকে আদি কলা বলে।*

4. **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundles) : আদিকলায় বহু নালিকা বাণ্ডিল বিক্ষিপ্ত থাকে। এগুলি **সংযুক্ত**, **সমপার্শ্বীয়**



চিত্র : 8.8 ভুট্টা কাণ্ডের অন্তর্গঠন

ও **বদ্ধ**। পরিধির দিকের নালিকা বাণ্ডিলগুলি ছোট এবং সংখ্যায় বেশী। কিন্তু কেন্দ্রের দিকে বিন্যস্ত নালিকা বাণ্ডিলগুলি বড় এবং সংখ্যায় কম। প্রতিটি নালিকা বাণ্ডিলকে ঘিরে থাকা স্ক্লেরেনকাইমার আচ্ছাদনকে **বাণ্ডিল আচ্ছাদন** বা **বাণ্ডিল সীদ** (Bundle sheath) বলে।

নালিকা বাণ্ডিলগুলির প্রধান উপাদান জাইলেম ও ফ্লোয়েম :

(i) **জাইলেম** : জাইলেম 'Y'-এর মতো সজ্জিত থাকে। অর্থাৎ 'Y'-এর দু'বাহু মেটাজাইলেমের এবং নীচের দণ্ড প্রোটোজাইলেমের অবস্থান নির্দেশ করে। প্রোটোজাইলেমের একেবারে নীচের গহ্বরটি **প্রোটোজাইলেম গহ্বর** (Protoxylem cavity) বা **লাইসিজিনাস ক্যাভিটি** (Lysigenous cavity)।

(ii) **ফ্লোয়েম** (Phloem) : 'Y'-এর দু'বাহুর মধ্যে ফ্লোয়েম অবস্থিত।

***নালিকা বাণ্ডিলগুলি আদিকলায় বিক্ষিপ্ত থাকে বলে এখানে কোন কেন্দ্রস্তম্ভ বা মজ্জা নেই।**

---

* এখানে অন্তস্ত্বক, পরিচক্র ও মজ্জা থাকে না।

নীচে ভুট্টা কাণ্ডের অভ্যন্তরীণ গঠনের ছক দেওয়া হল :

একবীজপত্রী কাণ্ড
(ভুট্টা)

- বহিস্ত্বক (রোমহীন)
- অধস্ত্বক
- আদিকলা
- নালিকা বাণ্ডিল (বাণ্ডিল আচ্ছাদনে ঘেরা) (সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়, বদ্ধ)
  - জাইলেম
  - ফ্লোয়েম

8.9. মূলের প্রাথমিক গঠন [Primary structure of roots]

(A) দ্বিবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য [Some anatomical characters of Dicot roots] :

1. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের সংখ্যা 2—6 ।
2. মেটাজাইলেম গহ্বরগুলি তুলনামূলকভাবে ছোট এবং কৌণিক ।
3. মজ্জা সাধারণত অবর্তমান, তবে থাকলেও তাও খুব ছোট।

নমুনা 1. কচি ছোলা (Gram—*Cicer arietinum*) মূল

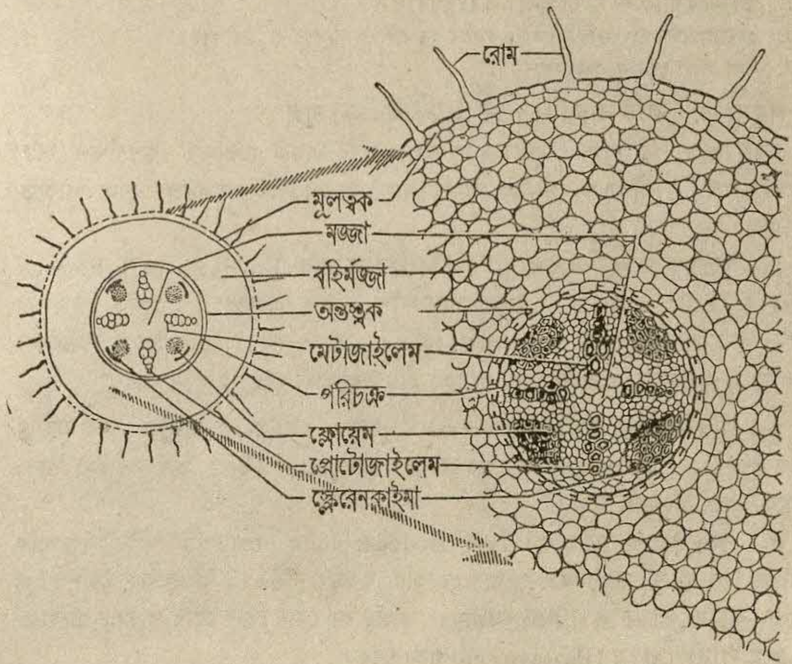
একটি কচি ছোলা মূলের মূলরোম অঞ্চলের সূক্ষ্ম একটি প্রস্থচ্ছেদ (চিত্র : 8.9) অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাগুলিকে পর্যায়ক্রমে পরিধি থেকে কেন্দ্রের দিকে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায় ।

1. **মূলত্বক** বা **এপিব্লেমা** বা **পিলিফেরাস লেয়ার** (Epiblema or Pilifeous layer) : পাশাপাশি ঘণ সন্নিবিষ্ট কোষান্তর রন্ধ্রহীন পিপাকৃতি চক্রাকারে অবস্থিত একসারি প্যারেনকাইমা কোষদ্বারা মূলত্বক গঠিত। এই সজীব প্যারেনকাইমা কোষগুলির কোষপ্রাকার অত্যন্ত পাতলা এবং এদের বাইরের দিকে প্রাকারেও কোন কিউটিকল থাকে না। কোন কোন কোষ প্রলম্বিত হয়ে এককোষী মূলরোম গঠন করে। মূলরোম মাটির জল ও জলে দ্রব খনিজ লবণ (রস) শোষণ করে।

2. **বহির্মজ্জা** বা **কর্টেক্স** (Cortex) : মূলত্বকের নীচে থেকে অন্তস্ত্বক পর্যন্ত বিস্তীর্ণ অঞ্চল হল বহির্মজ্জা। এটি কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত সজীব প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। কোষগুলির মধ্যে প্রচুর লিউকোপ্লাসটিড থাকে।

3. **অন্তস্ত্বক** বা **এণ্ডোডারমিস** (Endodermis) : আকৃতিগত স্বাতন্ত্র বজায় রাখলেও অন্তস্ত্বক প্রকৃত পক্ষে বহির্মজ্জারই একেবারে ভিতরের স্তর। মূলত্বকের প্যারেনকাইমা যেভাবে সজ্জিত থাকে এখানেও সেই একইভাবে পিপাকৃতি এবং কোষান্তর রন্ধ্রহীন প্যারেনকাইমা কোষগুলি পাশাপাশি চক্রাকারে বিন্যস্ত থাকে। মূলত্বক থেকে এদের প্রধান প্রভেদ হল এই যে, কোষগুলির পার্শ্বপ্রাকার **ক্যাসপেরিয়ান ফিতার** উপস্থিতির জন্য

স্থূল। প্রোটোজাইলেমের বিপরীতে অবস্থিত অন্তস্ত্বকের কোন কোন কোষ পাতলা প্রাকারযুক্ত। এগুলিকে **পারণ কোষ** বা **প্যাসেজ সেল** (Pessage cell) বলে।



চিত্র : 8.10 ছোলামূলের অন্তর্গঠন

4. **কেন্দ্রস্তম্ভ** বা **স্টিলি** (Stele) : অন্তস্ত্বক পরিবৃত সমস্ত কেন্দ্রীয় অংশটি কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি। এটি নিম্নলিখিত অংশগুলিতে বিভক্ত :

(i) **পরিচক্র** বা **পেরিসাইকল** (Pericycle) : অন্তস্ত্বকের ভিতরের গায়ের সঙ্গে সংলগ্ন একসারি পাতলা প্রাকারাবদ্ধ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা পরিচক্র গঠিত।

(ii) **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundle) : পরিচক্রের ভিতরে নালিকা বাণ্ডিল **অরীয় পদ্ধতিতে সজ্জিত** (radially arranged) এবং এক্সার্ক। এই মজ্জাপদ্ধতিতে সমসংখ্যক জাইলেম ও ফ্লোয়েম (4টি করে) থাকে। মেটাজাইলেমগুলি কেন্দ্রের দিকে কিন্তু প্রোটোজাইলেম পরিধির দিকে অবস্থিত। জাইলেমগুলি সাধারণত স্থূল এবং এদের আকৃতি বহু কোণ বিশিষ্ট। জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলার মাঝখানে কোষান্তর রন্ধ্রহীন, পাতলা প্রাকারাবদ্ধ প্যারেনকাইমা কলা দ্বারা গঠিত **যোজক কলা** (conjunctive tissue) অবস্থিত।

(iii) **মজ্জা** বা **পিথ** (Pith) : মূলের কেন্দ্রস্থলে কোষান্তর রন্ধ্রহীন, ঘন সন্নিবিষ্ট পাতলা প্রাকারাবদ্ধ প্যারেনকাইমা দ্বারা মজ্জা গঠিত। দ্বিবীজপত্রী মূলে মজ্জার পরিমাণ অল্প।

(B) একবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য [Some anatomical characters of Monocot roots] :

1. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের সংখ্যা সর্বদা 6-এর বেশী।
2. মেটাজাইলেম গহ্বরগুলি তুলনামূলকভাবে বড় এবং গোলাকার বা ডিম্বাকার।
3. মজ্জা সর্বদা বর্তমান এবং বেশ বড়।

নমুনা 2. কচি কচু (Arum—*Colocesia sp*) মূল

একটি কচি কচু মূলের মূলরোম অঞ্চলের সূক্ষ্ম একটি প্রস্থচ্ছেদ অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাগুলিকে পরিধি থেকে কেন্দ্রের দিকে পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়।

1. **মূলত্বক** বা **এপিব্লেমা** বা **পিলিফেরাস স্তর** (Epiblema or Piliferous layer) : মূলের একেবারে বাইরের পাশাপাশি বিন্যস্ত একস্তর পিপাকৃতি কোষান্তর রন্ধ্রহীন প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা মূলত্বক গঠিত। কোষগুলির বাইরের দিকে কিউটিকল থাকে না। মূলত্বকের কয়েকটি কোষ প্রলম্বিত হয়ে এককোষী মূলরোম গঠন করে।

2 **বহির্মজ্জা** বা **কর্টেক্স** (Cortex) : মূলত্বকের নীচে থেকে অন্তস্ত্বক পর্যন্ত বিস্তীর্ণ অঞ্চল দখল করে থাকা অসংখ্য কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত আলগাভাবে বিন্যস্ত প্যারেনকাইমা কোষগুলিকে একত্রে বহির্মজ্জা বলে।

3. **অন্তস্ত্বক** বা **এণ্ডোডারমিস** (Endodermis) : কোষান্তর রন্ধ্রহীন পাশাপাশি অবস্থিত পিপাকৃতি প্যারেনকাইমা দ্বারা চক্রাকার অন্তস্ত্বক গঠিত। অন্তস্ত্বকের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ স্থূলতা—**ক্যাসপেরিয়ান ফিতা** বর্তমান। অন্তস্ত্বকের কোন কোন কোষ পাতলা প্রাকারাবদ্ধ হয়ে **পারণ কোষ** (Passage cell) গঠন করে।

4. **কেন্দ্রস্তম্ভ** বা **স্টিলি** (Stele) : অন্তস্ত্বকের মধ্যের অংশটিকে কেন্দ্রস্তম্ভ বলে। কেন্দ্রস্তম্ভ তিনটি অংশে বিভক্ত :

(i) **পরিচক্র** বা **পেরিসাইকল** (Pericycle) : এক সারিতে বিন্যস্ত অন্তস্ত্বক সংলগ্ন প্যারেনকাইমার কোষস্তরকে **পরিচক্র** বলে।

(ii) **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundles) : পরিধিচক্রের ভিতরে অরীয় পদ্ধতিতে সজ্জিত ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের সংখ্যা 6-এর বেশী। জাইলেম ও ফ্লোয়েম সমসংখ্যক। জাইলেম **এক্সার্ক**। তুলনামূলকভাবে বড় মেটাজাইলেমের আকৃতি গোল বা ডিম্বাকার।

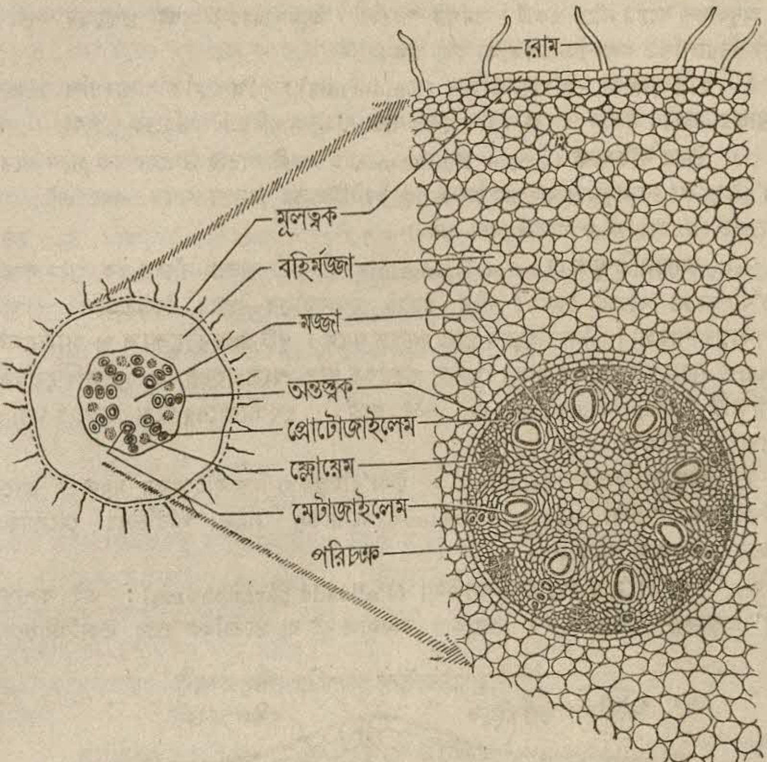
(iii) **যোজক কলা** (Conjunctive tissue) : জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলার মাঝখানে কোষান্তর রন্ধ্রহীন পাতলা প্রাকারাবদ্ধ প্যারেনকাইমা কলাকে যোজক কলা বলে।

(iv) **মজ্জা** বা **পিথ** (Pith) : মূলের সুবৃহৎ কেন্দ্রাঞ্চলটি মজ্জা ; মজ্জার কোষগুলি কোষান্তর রন্ধ্রহীন প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত।

নমুনা 3. কচি ভুট্টা (Maize—*Zea mays*) মূল

ভুট্টা মূলের অন্তর্গঠন মূলতঃ কচু মূলের অনুরূপ। নীচে কচু মূল থেকে এর পার্থক্যগুলি উল্লেখ করা হল :

(1) পরিচক্র একস্তরে বিন্যস্ত তবে আংশিকভাবে স্ক্লেরেনকাইমা দ্বারা গঠিত।



চিত্র : 8.11 ভুট্টামূলের অন্তর্গঠন

(2) মেটাজাইলেমগুলি অন্যান্য জাইলেম অপেক্ষা অত্যধিক বড়। (3) মেটাজাইলেমগুলিকে ঘিরে থাকা প্যারেনকাইমাগুলির প্রাকার স্থূলীভূত। (4) মজ্জা অপেক্ষাকৃত বড়।

8.10. পাতার প্রাথমিক গঠন [Primary structure of leaves]

[A] পাতার অন্তর্গঠনের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য [Some anatomical characters of leaves]

1. উর্ধ্ববহিস্ত্বক ও নিম্নবহিস্ত্বক বর্তমান।
2. উভয় ত্বকই কিউটিকলের আচ্ছাদনে ঢাকা।
3. উভয় ত্বকেই পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা সমান (একবীজপত্রী অর্থাৎ সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতায়) অথবা কেবল নিম্নবহিস্ত্বকে সীমাবদ্ধ (দ্বিবীজপত্রী অর্থাৎ বিষমপৃষ্ঠ পাতায়)।
4. মেসোফিল কলা একই রকমের (সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতায়) অথবা স্পঞ্জি ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত (বিষমপৃষ্ঠ পাতায়)।
5. নালিকা বাণ্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়, বদ্ধ এবং মেসার্ক। জাইলেম ফ্লোয়েমের মাথায় থাকে।
6. প্রতিটি বাণ্ডিল আবরণী দ্বারা আবৃত।

[B.] বিষমপৃষ্ঠ পাতা [Dorsiventral leaf]

নমুনা 1. আম (Mango—(*Mangifera indica*) পাতা

অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে একটি বিষমপৃষ্ঠ পাতার (আমপাতার) সূক্ষ্ম প্রস্থচ্ছেদ পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলা-বিন্যাস লক্ষ্য করা যায়।

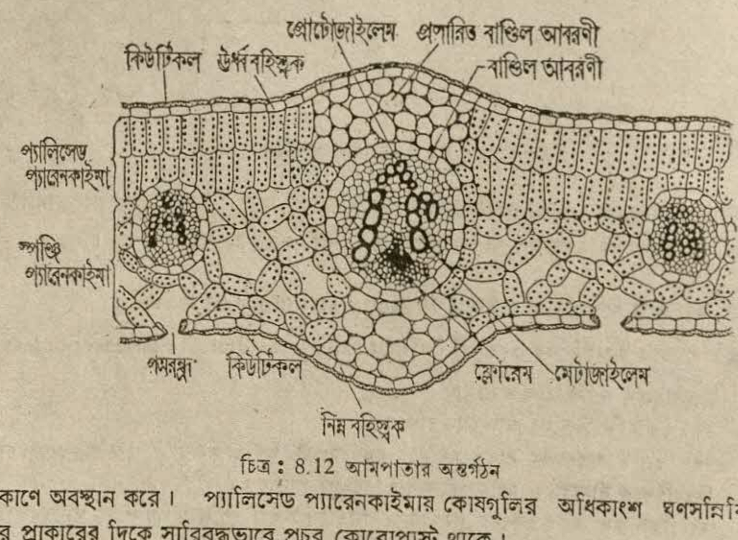
1. **বহিস্ত্বক** বা **এপিডারমিস** (Epidermis) : পিপাকৃতি পাশাপাশি সজ্জিত কোষান্তর রঞ্জহীন সজীব প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা বহিস্ত্বক গঠিত। বহিস্ত্বক দু'প্রকার—

(i) **ঊর্ধ্ব বহিস্ত্বক** (Upper Epidermis) : এটি পাতার উপরের ত্বক গঠন করে। ঊর্ধ্ববহিস্ত্বকের কোষগুলির বাইরের দিকে পুরু কিউটিকলের প্রলেপ থাকে এবং এই স্তরে সাধারণত ক্লোরোপ্লাস্ট ও পত্ররন্ধ্র দেখা যায় না।

(ii) **নিম্নবহিস্ত্বক** (Lower Epidermis) : এটি পাতার নীচের ত্বক গঠন করে। ঊর্ধ্ববহিস্ত্বকের মতোই কোষের গঠন হলেও কোষগুলির বাইরে কিউটিকলের প্রলেপ অপেক্ষাকৃত পাতলা। নিম্নবহিস্ত্বকে প্রচুর পত্ররন্ধ্র থাকে। দুটি **প্রহরীকোষ** বা **গার্ডসেল** (Guard cell) দ্বারা আবদ্ধ গহ্বর ভিতরে প্রসারিত হয়ে **শ্বাসগহ্বর** বা **রেসপিরেটরী ক্যাভিটি** (Respiratory cavity) গঠন করে। প্রহরীকোষের মধ্যে শ্বেতসার কণা ও ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে।

2. **মেসোফিল** (Mesophyll) : ঊর্ধ্ববহিস্ত্বক ও নিম্ন বহিস্ত্বকের মধ্যবর্তী অংশে অবস্থিত **আদিকলা** (Ground tissue) মেসোফিল নামে পরিচিত। মেসোফিল দু'ধরনের কলা দ্বারা গঠিত :—

(i) **প্যালিসেড প্যারেনকাইমা** (Palisade parenchyma) : এই কলাস্তর ঊর্ধ্ববহিস্ত্বকের নীচে অবস্থিত। স্তম্ভাকার কোষগুলি দুই বা ততোধিক স্তরে ঊর্ধ্ববহিস্ত্বকের



চিত্র : 8.12 আমপাতার অন্তর্গঠন

সমকোণে অবস্থান করে। প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় কোষগুলির অধিকাংশ ঘণসন্নিবিষ্ট। এদের প্রাকারের দিকে সারিবদ্ধভাবে প্রচুর ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে।

(ii) **স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা** (Spongy parenchyma) : প্যালিসেড প্যারেনকাইমা স্তরের নীচে নিম্নবহিস্ত্বক পর্যন্ত নানান আকৃতির প্যারেনকাইমা কোষগুলি অত্যন্ত

আলগাভাবে বিন্যস্ত থাকে। কোষগুলির মাঝে মাঝে কোষান্তর রন্ধ্র বর্তমান। কোষগুলির মধ্যে অল্প পরিমাণে ক্লোরোপ্লাস্ট দানা বিক্ষিপ্ত থাকে।

3. **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundles) : নালিকা বাণ্ডিল নানা মাপের। পাতার মধ্যে শিরা-উপশিরার বিন্যাস নালিকা বাণ্ডিলের অবস্থান নির্দেশ করে। বাণ্ডিলগুলি মেসোফিল কলায় নিমজ্জিত থাকে। নালিকা বাণ্ডিলগুলি সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও বদ্ধ। ফ্লোয়েমের উপরে জাইলেম থাকে। প্রতিটি বাণ্ডিলের চারদিকে একস্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমার আচ্ছাদনটিকে **নালিকা আবরণী** বা **বাণ্ডিল সীদ** (Bundle Sheath) বলে। এটি মেসোফিল কলা থেকে বাণ্ডিলকে পৃথক রাখে। মধ্যশিরা নির্দেশক বড় বাণ্ডিলটির উপরে ও নীচে উভয়ত্বক পর্যন্ত বাণ্ডিল সীদের বর্ধিতাংশ (প্রসারিত বাণ্ডিল আবরণী) বিস্তৃত থাকে।

[C] সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা [Isobilateral leaf]

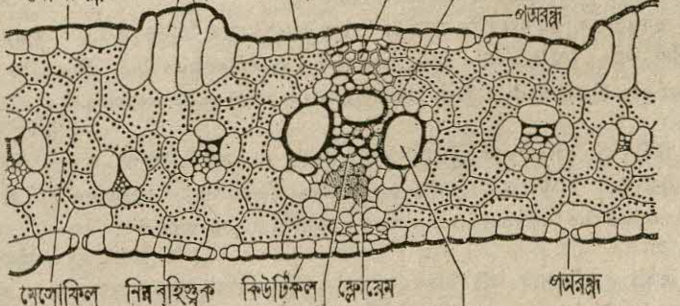
নমুনা 2. রজনীগন্ধা (Tube rose—*Polyanthes tuberosa*) পাতা

অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে একটি সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার (রজনীগন্ধা) সূক্ষ্ম প্রস্থচ্ছেদ পরীক্ষা করলে নিম্নলিখিত কলাবিন্যাস লক্ষ্য করা যায়।

1. **বহিস্ত্বক** (Epidermis) : ঊর্ধ্ব ও নিম্ন উভয় বহিস্ত্বকই পাশাপাশি একসারিতে বিন্যস্ত পিপাকৃতি কোষান্তররন্ধ্রহীন প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত। ঊর্ধ্ব ও নিম্নবহিস্ত্বক অর্থাৎ উভয় ত্বকেই কিউটিকল সমান পুরু স্তর। উভয় ত্বকের প্রায় সমপরিমাণ পত্ররন্ধ্র বর্তমান।

2. **মেসোফিল** (Mesophyll) : ঊর্ধ্ব বহিস্ত্বক থেকে নিম্ন বহিস্ত্বক পর্যন্ত অধিকৃত আদিকলাকে যথারীতি মেসোফিল বলে। মেসোফিল অসংখ্য কোষান্তর রন্ধ্রযুক্ত প্রধানত ডিম্বাকার প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত। এখানে মেসোফিল স্পঞ্জ ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত নয়। সমস্ত কোষই স্পঞ্জ ধরনের, মেসোফিল কোষে প্রচুর ক্লোরোপ্লাস্ট বর্তমান।

3. **নালিকা বাণ্ডিল** বা **ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল** (Vascular bundles) নালিকা



চিত্র : 8.13 ভুট্টাপাতার অন্তর্গঠন

বাণ্ডিল যথারীতি সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও বদ্ধ। নালিকা বাণ্ডিল উপরে জাইলেম ও

ফ্লোয়েম দ্বারা গঠিত। নালিকা বাণ্ডিলগুলি **বাণ্ডিল আবরণী** দ্বারা আবৃত। প্রধান নালিকা বাণ্ডিলের উপর-নীচে উভয় ত্বক পর্যন্ত বিস্তৃত স্ক্লেরেনকাইমার দ্বারা গঠিত প্রসারিত বাণ্ডিল আবরণী থাকে।

নমুনা 3. ভুট্টা (Maize—*Zea mays*) পাতা

ভুট্টা পাতার অন্তর্গঠন মূলতঃ রজনীগন্ধা পাতার অনুরূপ, নীচে রজনীগন্ধা পাতা থেকে কয়েকটি পার্থক্য উল্লেখ করা হল ঃ (1) ঊর্ধ্ববহিস্ত্বকে নির্দিষ্ট কতকগুলি অংশে স্ফীতকায় **বুলিফর্ম কোষ গুচ্ছ** (bulliform cells) দেখা যায়। (2) প্রধান ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের উপরে ও নীচে উভয়ত্বক পর্যন্ত স্ক্লেরেনকাইমা দ্বারা গঠিত প্রসারিত বাণ্ডিল আবরণী থাকে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long Answer/Essay type questions]

1. কলাতন্ত্র কাকে বলে? কলাতন্ত্র কয় প্রকার? যে কোন একটি কলাতন্ত্রের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [What is tissue system? How many types of tissue system are there? Give a brief account of any one of the tissue systems.]

[উঃ। 8.1 ; 8.2 এবং 8.3 বা 8.5 বা 8.6 দেখ]

2. ত্বককোষের প্রকৃতি কিরূপ? পত্ররন্ধ্র কি এবং কোথায় থাকে? পত্ররন্ধ্রের গঠন ও কাজ সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। [What is the nature of epidermal cells? What are stomata and where are they found? Write what you know about the structure and function of stomata.] [উঃ। 8.2 ; 8.3 দেখ]

3. কেবল ছকের মাধ্যমে কলাতন্ত্রের শ্রেণীবিভাগ কর। আদিকলাতন্ত্র কি কি অঞ্চলে বিভক্ত? প্রতিটি অঞ্চলের গঠন ও কাজের উল্লেখ কর। [Classify ground tissue system only in tabular form. In how many regions is it divided? Mention the structure and function of each region.] [উঃ। 8.5 দেখ]

4. সংবহন কলাতন্ত্র কাকে বলে? এই কলাতন্ত্রের প্রধান শারীরবৃত্তীয় কাজগুলি কি কি? সংবহন কলাতন্ত্রের প্রধান প্রধান উপাদানগুলির উল্লেখ কর। [What is vascular tissue system? What are the main physiological functions of this tissue system? Name the major elements of vascular tissue system.] [8.6 দেখ]

5. ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল বলতে কি বোঝ? চিত্র ও উদাহরণযোগে বিভিন্ন প্রকার ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের গঠন বর্ণনা কর। [What do you mean by a vascular bundle? Describe various types of vascular bundles with the help of diagram and examples.]

[উঃ। 8.7 দেখ]

6. দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের অন্তর্গঠনের বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি? একটি দ্বিবীজপত্রী কচি কাণ্ডের অন্তর্গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর। What are the anatomical features of dicot stem? Describe with sketches the internal structure of a young dicot stem.]

[উঃ। 8.8(A) ও নমুনা 1 দেখ]

7. একটি একবীজপত্রী কচি উদ্ভিদ কাণ্ডের অন্তর্গঠন চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। অন্ততঃ দুটি অন্তর্গঠনের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। [Describe with sketches the internal structure of a young monocot stem. Mention at least two of its anatomical features.]

[উঃ। 8.8(B) নমুনা 1 দেখ]

8. মূলের অন্তর্গঠনের বৈশিষ্ট্য কি? একটি কচি দ্বিবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর।

[What are the anatomical features of root? Describe with sketches the internal structure of a young dicot root.] [উঃ। 8.9A ও নমুনা 1 দেখ]

9. একটি একবীজপত্রী কচি উদ্ভিদ মূলের অন্তর্গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর। একবীজপত্রী উদ্ভিদমূলের অন্তর্গঠনের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি? [Describe with sketches the internal structure of a young monocot root. What are the anatomical features of a monocot root?] [উ: । 8.9B নমুনা 3 দেখ]

10. পাতার অন্তর্গঠনের বৈশিষ্ট্যগুলি কি কি? একটি বিষমপৃষ্ঠ পাতার অন্তর্গঠন চিত্রযোগে বর্ণনা কর। [What are the anatomical features of leaf? Describe with sketches the internal structure of a dorsiventral leaf.] [উঃ। 8.10A ও নমুনা 1 দেখ]

11. সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার মেসোফিল কলার বৈশিষ্ট্য কি? যে কোন একটি সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার অন্তর্গঠনের চিত্র আঁক ও বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [What are the characteristic features of mesophyll tissue of an isobilateral leaf? Draw the internal structure and label the parts of an isobilateral leaf.] [উঃ। 8.10 নমুনা 2(2) ও 8.13 ছবি দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions.]

12. ট্রাইকোম কাকে বলে? যে কোন তিন ধরনের তিনটি ট্রাইকোমের ছবি আঁক। পত্ররন্ধ্রের কাজ কি? [What is a trichome? Draw any three types of trichome. What are the functions of a stoma?] [উঃ। 8.4 ; 8.3 দেখ]

13. একটি পত্ররন্ধ্রের গঠন বর্ণনা কর। এদের বিস্তৃতি ও কাজের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Describe the structure of a stoma. Give a brief account of their distribution and function.] [উঃ। 8.3 দেখ]

14. অন্তস্ত্বকের বিশেষ কোন বৈশিষ্ট্য আছে কি? যদি থাকে চিত্রযোগে তাহা দেখাও। অন্তস্ত্বকের কাজ কি? [Is there any remarkable feature of endodermis? If so, show it with the help of a sketch.] উ: । 8.5 1(C) দেখ]

15. কোন্ উদ্ভিদকাণ্ডের কলাকে দুটি পৃথক অঞ্চলে ভাগ করা যায়? সংলগ্ন দুটি অঞ্চলসহ এর সীমারেখার চিত্র দাও। [Which type of stem tissue is distinguished into two separate regions? Draw the demarcating tissue along with two adjoining ones.] [উঃ। 8.5 শেষাংশ ও 8.8 নমুনা 1 দেখ]

16. সমপার্শ্বীয় ও কেন্দ্রীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের মধ্যে প্রভেদ কি? এদের চিত্র এঁকে পার্থক্য দেখাও। অরীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল কোথায় দেখা যায়? [What are the difference between collateral and concentric types of vascular bundles? Show their differences with the help of diagrams. Where are radial vascular bundles found?] [উঃ। 8.7 দেখ]

17. স্টিলি কাকে বলে? একটি সূর্যমুখী কাণ্ডের স্টিলির গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর। [What is a stele? Describe with a sketch the structure of a stele of a sunflower stem.] [উঃ। 8.8A দেখ]

18. অধস্ত্বক ও অন্তস্ত্বকের মধ্যে প্রভেদ কি? যে কোন একটি ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিলের গঠন বর্ণনা কর। [What are the differences between hypodermis and endodermis? Describe the structure of any type of vascular bundle.] [উঃ। 8.8 নমুনা 1, 2 (i) ও (iii) সংলগ্ন ছবি দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

19. ত্বককোষ ও আনুষঙ্গিক কোষের মধ্যে প্রভেদ কি? ত্বকীয় উপবৃদ্ধিকে কি বলে? [What is the difference between epidermal cells and subsidiary cells? What is the term applied to the epidermal outgrowth?] [উঃ। 8.3 ও 8.4 দেখ]

20. কে অন্তস্ত্বকের বৈশিষ্ট্য অনুধাবন করেন? বাণ্ডিল টুপি কোথায় দেখা যায়? [Who recognised the characteristic features of the endodermis ? Where is bundle cap found ?] [উঃ। 8.5 1(C) ও 2 দেখ]

21. গহ্বরময় মজ্জা বলিতে কি বোঝ? এটি কিভাবে উৎপন্ন হয় এবং কোথায় দেখা যায়? [What do you mean by hollow pith ? Where and how is it formed ?] [উঃ। 8.5 (3) দেখ]

22. একবীজপত্রী ও দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদকাণ্ডে ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল কিভাবে বিন্যস্ত থাকে? এণ্ডার্ক ও এক্সার্ক জাইলেমের বৈশিষ্ট্য কি? [How do the vascular bundles remain distributed in monocot and dicot stem ? What are the characteristic features of endarch and exarch xylem ?] [উঃ। 8.6 দেখ]

23. ক্যাসপেরিয়ান ফিতা কাকে বলে? এর বৈশিষ্ট্য কি? [What is Casparian strip ? What is its characteristic feature ?] [উঃ। 8.5 1(C) দেখ]

24. **পার্থক্য নির্দেশ কর** [Distinguish between]:

(1) পত্ররন্ধ্র ও জলরন্ধ্র [Stomata and water stomata] [উঃ। 8.3 দেখ]

(2) অন্তস্থিলীয় ও বহিস্থিলীয় কলা [Intrastelar and extrastelar tissue] [উঃ। 8.6 দেখ]

(3) এক্সার্ক ও মেসার্ক জাইলেম [Exarch and mesarch xylem.] [উঃ। 8.6-1 দেখ]

(4) মেটাফ্লোয়েম ও প্রোটোফ্লোয়েম [Metaphloem and protophloem] [উঃ। 8.6-2 দেখ]

(5) সমপার্শ্বীয় ও সমদ্বিপার্শ্বীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল [Collateral and bicollateral vascular bundle.] [উঃ। 8.7A দেখ]

(6) জাইলেম কেন্দ্রিক ও ফ্লোয়েম কেন্দ্রিক ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল [Amphicribral and amphivasal vascular bundle.] [উঃ। 8.7A 3 দেখ]

(7) স্পঞ্জি ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমা [Spongy and palisade parenchyma.] [উঃ। 8.10 দেখ]

25. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on]:

(a) ট্রাইকোম (Trichome) ; (b) অন্তস্ত্বক (Endodermis) ; (c) ক্যাসপেরিয়ান ফিতা (Casperian strip) ; (d) পারণকোষ (Passage cell) ; (e) গহ্বরময় মজ্জা (Hollow pith) ; (f) ক্যাম্বিয়াম (Cambiam), (g) সমদ্বিপার্শ্বীয় ভ্যাস্কুলার বাণ্ডিল (Bicollateral vascular bundle) ; (h) স্টিলি (Stele) ; (i) বাণ্ডিল টুপি (Bundle cap) ; (j) শ্বেতসার স্তর (Starch sheath) ; (k) আদিকলা (Ground tissue) ; (l) লাইসিজেনাস ক্যাভিটি (Lysigenous cavity) ; (m) মূলত্বক (Piliferous layer) ; (n) মেসোফিল (Mesophyll)। [উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

9 ॥ কয়েকটি উল্লেখযোগ্য পার্থক্য এবং ছত্রাক ও শেওলার অর্থনৈতিক গুরুত্ব ॥

9.1. শেওলা ও ছত্রাকের পার্থক্য [Differences between algae and fungi]

শেওলা	ছত্রাক
1. শেওলার দেহে **ক্লোরোফিল** ও অন্যান্য রঞ্জক পদার্থ আছে।	1. ছত্রাকের দেহে কখনই ক্লোরোফিল থাকে না।
2. ক্লোরোফিল থাকায় সালোকসংশ্লেষ চালিয়ে নিজেই নিজের খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে। সুতরাং শেওলা **স্বভোজী** (Autophyte)।	2. ছত্রাক নিজে খাদ্য প্রস্তুত করতে পারে না। **পরজীবী** (Parasite) বা **মৃতজীবী** (Saprophyte) হিসাবে বিভিন্ন উৎস থেকে তৈরী খাদ্য সংগ্রহ করে। সুতরাং ছত্রাক **পরভোজী** (Heterophyte)।
3. শেওলা আলো ছাড়া বাঁচতে পারে না, কারণ সালোকসংশ্লেষের সময় আলো প্রয়োজন।	3. ছত্রাক সালোকসংশ্লেষ করতে পারে না, তাই আলো বা অন্ধকারে বাঁচতে পারে।
4. শেওলার দেহ **প্যারেনকাইমা** কলায় গঠিত।	4. ছত্রাকের দেহ **সিউডোপ্যারেনকাইমা** (Pseudoparenchyma) নামে বিশেষ ভ্রান্তকলা (false tissue) দ্বারা গঠিত। সূক্ষ্ম, নলাকার **অনুসূত্রীয় কোষ** (Hyphal cells) কুণ্ডলী পাকিয়ে সিউডোপ্যারেনকাইমা গঠন করে।
5. শেওলার কোষপ্রাকার **সেলুলোজ** (Cellulose) দ্বারা গঠিত।	5. ছত্রাকের কোষপ্রাকার প্রধানত **কাইটিন** (Chitin), জটিল নাইট্রোজেন যৌগ অথবা বিশেষ **ছত্রাক সেলুলোজ** (Fungal cellulose) দ্বারা গঠিত।
6. শেওলার দেহে সঞ্চিত খাদ্য প্রধানত **স্টার্চ** (Starch)।	6. ছত্রাকের সঞ্চিত খাদ্য প্রধানত **গ্লাইকোজেন** (Glycogen)।
7. অধিকাংশ শেওলাই জলবাসী (aquatic), অল্পসংখ্যক স্থলবাসী, পরাশ্রয়ী বা মিথোজীবী।	7. অধিকাংশ ছত্রাকই স্থলবাসী (terrestrial)—কয়েকটি প্রজাতি জলবাসী।

9.2. মিউকোর ও স্পাইরোগাইরার জীবনধারণ প্রণালীর পার্থক্য [Differences between the mode of living of *Mucor* and *Spirogyra*]

মিউকোর	স্পাইরোগাইরা
1. মিউকোর মৃতজীবী (Saprophytic) উদ্ভিদ। ক্লোরোফিল না থাকায় নিজেদের খাদ্য নিজেরা তৈরী করতে পারে না।	1. স্পাইরোগাইরা স্বভোজী উদ্ভিদ—ক্লোরোফিল থাকায় নিজেরাই নিজেদের খাদ্য তৈরী করতে পারে।
2. অযৌন ও যৌন—উভয় প্রক্রিয়ায় জনন ক্রিয়া সম্পাদন করে।	2. সহজ অঙ্গজ ও যৌন প্রক্রিয়ায় জনন সম্পাদন করে। অযৌন জননক্রিয়া স্পাইরোগাইরায় দেখা যায় না।
3. পরিণত হলে মাইসিলিয়ম থেকে স্পোরানজিওফোর বা বায়ব অনুসূত্রের (aerial hyphae) উদ্ভব হয়। এদের আগায় স্পোরানজিয়ম বা রেণুস্থলী গঠিত হয়। স্পোরানজিয়মের মধ্যের প্রোটোপ্লাজম স্পোরপ্লাজম ও কলুমেলাপ্লাজম—এই দুই পৃথক অংশে বিভক্ত হয়ে যায়। স্পোরপ্লাজম থেকে উৎপন্ন এক বা একাধিক নিউক্লিয়সযুক্ত প্রাকারাবদ্ধ খণ্ডগুলিকে স্পোর বলে। এই স্পোরগুলিই অঙ্কুরিত হয়ে নতুন মিউকোরের জন্ম দেয়।	3. এই ধরনের জনন স্পাইরোগাইরায় দেখা যায় না।
4. একই প্রকার দেখতে দুটি জনন কোষের মধ্যে সংশ্লেষের মাধ্যমে আইসোগ্যামি নামে যৌন জনন সম্পন্ন হয়।	4. একই দেহের পাশাপাশি দুটি কোষে বা বিভিন্ন স্পাইরোগাইরার দুটি কোষের মধ্যে সংশ্লেষনালী গঠন মাধ্যমে যৌন জনন সম্পন্ন হয়।
5. দুটি গদাকৃতি **আদি জননকোষ** বিপরীত দিক থেকে অগ্রসর হয়ে পরস্পর মিলিত হয়।	5. প্রত্যেক সঙ্গমেচ্ছু কোষ থেকে নলাকার সংশ্লেষনালী গঠিত হয়ে পরস্পর মিলিত হয়।
6. জননকোষদ্বয়ের যুগ্ম প্রাকার দ্রবীভূত হবার পর দুটি গ্যামেটের মিলনে জাইগোস্পোর উৎপন্ন হয়। দুটি কোষের মিলনস্থল অর্থাৎ মধ্যভাগে জাইগোস্পোর গঠিত হয়।	6. সংশ্লেষনালীর যুগ্ম প্রাকার গলে গিয়ে একটি পথ গঠিত হয়। ঐ পথ দিয়ে একটি গ্যামেট পুরোপুরি অন্য কোষের মধ্যে চলে যায়। অর্থাৎ দ্বিতীয় কোষের ভিতরেই জাইগোস্পোর গঠিত হয়।
7. জাইগোস্পোর স্থূল, গোলাকার, কণ্টকময় ও কৃষ্ণবর্ণ।	7. জাইগোস্পোর ডিম্বাকার, মসৃণ ত্বকযুক্ত।

মিউকোর	স্পাইরোগাইরা
8. জাইগোস্পোর অঙ্কুরিত হয়ে প্রোমাইসিলিয়ম গঠন করে। তার অগ্রভাগটি আদি রেণুস্থলী ও রেণুস্থলীর মধ্যে রেণু গঠিত হয়। গঠিত রেণুস্থলীতে মায়োসিস প্রক্রিয়ায় কোষ বিভাজন ঘটে। রেণু অঙ্কুরিত হয়ে নতুন মিউকোরের জন্ম হয়।	8. জাইগোস্পোর অঙ্কুরিত হতে থাকে। এর নিউক্লিয়সে মায়োসিস বিভাজন সম্পন্ন হয়। তিনটি নিউক্লিয়সের মৃত্যু ঘটে—কেবল একটি বেঁচে থাকে। একটি নিউক্লিয়সযুক্ত জাইগোস্পোর থেকে সরাসরি নতুন স্পাইরোগাইরার জন্ম হয়।
9. সংশ্লেষ বিফল হলে প্রত্যেক গ্যামেট থেকে **আজাইগোস্পোর** গঠিত হয়। সেটি অঙ্কুরিত হয়ে নতুন মিউকোরের জন্ম দেয়। এই প্রক্রিয়াকে **অপুংজনি** (Parthenogenesis) বলে।	9. এখানেও আজাইগোস্পোরের মাধ্যমে অপুংযোনি পদ্ধতি অনুষ্ঠিত হয়।

9.3. পোগোনেটম ও ড্রায়পটেরিসের লিঙ্গধর উদ্ভিদ বা গ্যামেটোফাইটিক জেনারেশানের তুলনা [Comparison of gametophytic generations of *Pogonatum* and *Dryopteris*]

পোগোনেটম	ড্রায়পটেরিস
1. রেণু গ্যামেটোফাইটিক জেনারেশান বা লিঙ্গধর জণুর প্রথম কোষ অর্থাৎ রেণু অঙ্কুরিত হয়ে লিঙ্গধর উদ্ভিদ গঠন করে।	1. পোগোনেটমের মতো।
2. পোগোনেটম উদ্ভিদটিই গ্যামেটোফাইট—এটি স্বাধীনজীবী।	2. ড্রায়পটেরিসের প্রোথ্যালসটি গ্যামেটোফাইট—এটিও স্বাধীনজীবী।
3. পোগোনেটমের দেহ কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত এবং মূলের পরিবর্তে রাইজয়েড বর্তমান।	3. প্রোথ্যালসের দেহ হৃৎনাকৃতি—কাণ্ড বা পাতায় বিভক্ত নয়। সরু অংশের নিম্নতলে রাইজয়েড বর্তমান।
4. পুংধানী ও স্ত্রীধানী গ্যামেটোফোরের আগায় প্যারাফাইসেস নামে রোমের মধ্যে নিহিত থাকে।	4. পুংধানী প্রোথ্যালসের রাইজয়েডের মধ্যে এবং স্ত্রীধানী অগ্রখাঁজের নিকটে নিহিত থাকে।
5. পুংধানী গদাকৃতি। পুংধানী থেকে দ্বিফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু গঠিত হয়।	5. পুংধানী গোলাকার। পুংধানী থেকে বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু গঠিত হয়।
6. স্ত্রীধানী কলসাকৃতি। এটি গ্রীবা নালীকোষ, অঙ্কীয় নালীকোষ ও ডিম্বাণু দ্বারা গঠিত।	6. পোগোনেটমের মতো।

9.4. মস (পোগোনেটম) ও ফার্ণের (ড্রায়পটেরিস) রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইটিক জেনারেশানের তুলনা [Comparison of sporophytic generations of a moss (*Pogonatum*) and a fern (*Dryopteris*)]

মস (পোগোনেটম)	ফার্ণ (ড্রায়পটেরিস)
1. মসের জীবন-চক্রে রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইট প্রকট (dominant) দশা নয়। মস উদ্ভিদ বলতে গ্যামেটোফাইট দশা বোঝায় —স্পোরোফাইট দশা বোঝায় না।	1. ফার্ণের জীবনচক্রে রেণুধর উদ্ভিদ বা স্পোরোফাইট প্রকট দশা। ফার্ণ উদ্ভিদ বলতে স্পোরোফাইট দশাকেই বোঝায়।
2. কদাচিৎ এটি 3 সেন্টিমিটার পর্যন্ত উঁচু হয়।	2. ফার্ণের স্পোরোফাইট 61 সেন্টি-মিটার থেকে 92 সেন্টিমিটার পর্যন্ত উঁচু হয়।
3. পুষ্টির জন্য এটিকে মস উদ্ভিদের (গ্যামেটোফাইটের) সঙ্গে যুক্ত থাকতে হয়। অর্থাৎ মসের স্পোরোফাইট স্বাবলম্বী নয়।	3. এটি ফার্ণের স্বাবলম্বী দশা।
4. পদ, সিটা ও ক্যাপসিউলে স্পোরোফাইট বিভক্ত।	4. মূল, কাণ্ড (রাইজোম) এবং যৌগিকপত্রে স্পোরোফাইট বিভক্ত।
5. গ্যামেটোফাইট থেকে সংক্ষিপ্ত পদ জল, খনিজ লবণ ও তৈরী খাদ্য শোষণ করে।	5. বহু অস্থানিক মূল সরাসরি মাটি থেকে জল ও খনিজ লবণ শোষণ করে।
6. শোষিত পদার্থকে দীর্ঘ সিটা ক্যাপসিউলে পরিবহণ করে।	6. কাণ্ড শোষিত পদার্থ পাতায় পরিবহণ করে।
7. সিটায় র‍্যামেণ্টা বা পাতা থাকে না।	7. কাণ্ডে র‍্যামেণ্টা ও পাতা থাকে।
8. মসে কোন প্রকৃত সংবহন কলা নেই।	8. ফার্ণে সংবহন কলা আছে এবং সেটি উন্নত।
9. কলুমেলাকে ঘিরে যে একটি স্পোর-থলি আছে, তাতেই স্পোর উৎপন্ন হয়।	9. স্পোরোফিলের নিম্নত্বকে বিশেষ অঙ্গ, সোরসে যে অসংখ্য স্পোরানজিয়ম থাকে, তাতেই স্পোর উৎপন্ন হয়।
10. স্পোর থলিতে স্পোরের সংখ্যা অগনিত।	10. স্পোরানজিয়মে 48-64টি স্পোর থাকে।
11. অপারকুলম অপসারিত হলে স্পোরথলি উন্মুক্ত হয়ে পড়ে।	11. ইণ্ডুসিয়ম শুকিয়ে গেলে তবেই স্পোরানজিয়মগুলি উন্মুক্ত হয়ে পড়ে।
12. জলগ্রাহী চলনক্ষম 32টি পেরিস্টোম দাঁতের সাহায্যে স্পোর বিস্তৃত হয়।	12. স্পোরানজিয়ম প্রাকার স্টোমিয়মের কাছে ফেটে গেলে এবং অ্যানুলস সংকুচিত হলে স্পোর বিস্তৃত হয়।

9.5. টেরিডোফাইট ও জীমনোস্পার্মের পার্থক্য [Differences between Pteridophytes and Gymnosperms]

টেরিডোফাইট	জীমনোস্পার্ম
1. বীজ নেই।	1. বীজ আছে।
2. পরাগ নালিকা নেই।	2. পরাগ নালিকা আছে।
3. ডিম্বক নেই।	3. ডিম্বক আছে।
4. সমরেণুপ্রসূ—বিশেষ কয়েকটি ক্ষেত্রে, অসমরেণু প্রসূ (heterosporous)।	4. সর্বদাই অসমরেণু প্রসূ।
5. ক্যাম্বিয়ম নেই।	5. ক্যাম্বিয়ম আছে।

9.6. অ্যানজিওস্পার্ম ও জীমনোস্পার্ম (পাইনাস)-এর তুলনা [Comparison between angiosperms and gymnosperm (*Pinus*)]

অ্যানজিওস্পার্ম	জীমনোস্পার্ম (পাইনাস)
স্পোরোফাইট (Sporophyte)	
1. উদ্ভিদটি স্পোরোফাইট।	1. উদ্ভিদটি স্পোরোফাইট।
2. উদ্ভিদের প্রকৃতি—বিরুৎ, গুল্ম বা বৃক্ষ।	2. উদ্ভিদের প্রকৃতি—সুউচ্চ বৃক্ষ।
3. সমতলভূমি বা অধিকতর উচ্চতায় দেখা যায়।	3. প্রধানতঃ 700—3,000 মিটার উচ্চতায়—কিন্তু সমতলে কদাচিৎ দেখা যায়।
4. দেহ—মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত। মূল স্থানিক বা অস্থানিক।	4. দেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত! মূল স্থানিক।
5. মূলের সঙ্গে সাধারণত মিথোজীবীয় ছত্রাক (Symbiotic fungus) যুক্ত থাকে না।	5. মূলে সাধারণত মাইকোরাইজা গঠিত হয়।
6. শাখা কদাচিৎ দ্বিরূপ (dimorphic)।	6. শাখা সর্বদা দ্বিরূপ—দীর্ঘ বিটপ (long shoot) ও খর্ব বিটপ (dwarf shoot)।
7. পাতা বিভিন্ন আকৃতির—সরল বা যৌগিক।	7. সাধারণ পাতা সূচ্যাকার ও সরল খর্ববিটপ থেকে জন্মায়।
8. বীজ একবীজপত্রী বা দ্বিবীজপত্রী	8. বীজ বহুবীজপত্রী (3-11 বীজপত্র বিশিষ্ট)।
পুংপুষ্প (Male flower)।	
9. ফুল একলিঙ্গ বা উভলিঙ্গ।	9. ফুল সর্বদাই একলিঙ্গ।
10. সহকারী স্তবক-বৃতি ও দল সাধারণত বর্তমান। কখনও কখনও অবিভেদিত থেকে পুষ্পপুট বা পেরিয়্যান্থ গঠন করে।	10. সহকারী স্তবক— বৃতি, দল বা পুষ্পপুট থাকে না, কেবল অত্যাবশ্যকীয় স্তবকই বর্তমান।
11. পুংকেশর সাধারণতঃ পুংদণ্ড ও পরাগধানী—এই দুই অংশে বিভক্ত।	11. পুংকেশর আঁশের মতো, কিন্তু পুংদণ্ড ও পরাগধানীতে বিভক্ত নয়।

অ্যানজিওস্পার্ম	জীমনোস্পার্ম (পাইনাস)
12. পরাগের বহিস্তক ফুলে বেলুনাকৃতি ডানা গঠন করে না।	12. পরাগের বহিস্তক ফুলে বেলুনাকৃতি ডানা গঠন করে।
স্ত্রী পুষ্প (Female flower)	
13. সহকারী স্তবক—বৃতি, দল বা পুষ্পপুট বর্তমান।	13. বৃতি, দল বা পুষ্পপুট নেই—নীচের বন্ধ্যা শল্কগুলিকে পুষ্পপুট মনে করা হয়।
14. গর্ভপত্র জটিল—সাধারণত বোতলাকৃতি বন্ধ গর্ভাশয়, দীর্ঘ গর্ভদণ্ড ও তৎসহ পরাগগ্রাহক গর্ভমুণ্ড গঠন করে।	14. গর্ভপত্র সরল—গর্ভদণ্ড বা গর্ভমুণ্ডযুক্ত বন্ধ গর্ভাশয় গঠন করে না।
পরাগযোগ (Pollination)	
15. বায়ুপরাগী, জলপরাগী বা পতঙ্গপরাগী।	15. বায়ুপরাগী—বেলুনাকৃতি ডানা এই কাজে যথেষ্ট সহায়তা করে।
16 পরাগ সরাসরি ডিম্বকরন্ধ্রে পড়ে না, গর্ভমুণ্ডে পড়ে।	16. পরাগ সরাসরি ডিম্বকরন্ধ্রে পড়ে। ঐ সময় স্ত্রীকোণের শল্কপত্র উন্মুক্ত অবস্থায় থাকে।
গ্যামেটোফাইট (Gametophyte)	
17. পুং গ্যামেটোফাইট প্রায় পুরোপুরি হ্রাসপ্রাপ্ত প্রতিভূ হিসাবে কেবল নালিকাকোষ (tube cell) বর্তমান।	17. দুটি প্রোথ্যালীয় কোষ পুং গ্যামেটোফাইটের প্রতিভূ।
18 স্ত্রী গ্যামেটোফাইট (সস্য) হ্রাসপ্রাপ্ত ও দ্বিগর্ভাধানের পরে গঠিত হয়—এর চরিত্র $3n$।	18. স্ত্রী গ্যামেটোফাইট (সস্য) অত্যন্ত পরিণত—গর্ভাধানের পূর্বেই গঠিত হয়—এর চরিত্র 'n'
19. স্ত্রীধানী (Archegonium) গঠিত হয় না।	19. ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে 2—6টি স্ত্রীধানী গঠিত হয়।

9.7. দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী কাণ্ডের অন্তর্গঠনের পার্থক্য [Differences between the internal structure of Dicot stem and that of a Monocot stem]

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড	একবীজপত্রী কাণ্ড
1. বহিস্তকে **বহুকোষী রোম** বর্তমান।	1. বহিস্তকে রোম নেই।
2. আদিকলা **অন্তঃস্টিলীয়** ও **বহিঃস্টিলীয়** অংশে বিভক্ত।	2. এইভাবে বিভেদিত নয়।
3. **অধস্তক কোলেনকাইমা** (সময় বিশেষে প্যারেনকাইমা সহ) দ্বারা গঠিত।	3. **অধস্তক স্ক্লেরেনকাইমা** দ্বারা গঠিত।
4 অন্তস্তক বা স্টার্চসীদ থাকে।	4. এগুলি নেই।

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড	একবীজপত্রী কাণ্ড
5. নালিকা বাণ্ডিলের সংখ্যা কম এবং সেগুলি **বলয়াকারে সজ্জিত।**	5. নালিকা বাণ্ডিল সংখ্যায় বেশী এবং সেগুলির সুনির্দিষ্ট সজ্জাপদ্ধতি নেই—অর্থাৎ **বিক্ষিপ্তভাবে ছড়িয়ে থাকে।**
6. পরিচক্র আছে।	6. পরিচক্র নেই।
7. নালিকাবাণ্ডিলগুলি **সমযুক্ত সমপার্শ্বীয়** (বা সমদ্বিপার্শ্বীয়) ও **মুক্ত।**	7. নালিকা বাণ্ডিলগুলি **সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়** ও **বদ্ধ।**
8. জাইলেম বাহিকাগুলি পরস্পর সমান্তরালে অবস্থান করে।	8. জাইলেম বাহিকাগুলি 'Y'-এর আকারে অবস্থান করে।
0. স্ক্লেরেনকাইমা নালিকাবাণ্ডিলকে আংশিকভাবে আচ্ছাদন করে।	9. স্ক্লেরেনকাইমা নালিকাবাণ্ডিলগুলিকে সম্পূর্ণভাবে আচ্ছাদন করে।
10. মজ্জারশ্মি আছে।	10. মজ্জারশ্মি নেই।
11. কাণ্ডের কেন্দ্রে মজ্জা থাকে।	11. মজ্জা নেই।

দ্বিবীজপত্রী মূল ও একবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের পার্থক্য
[Differences in the internal structure of Dicot and Monocot root]

দ্বিবীজপত্রী মূল	একবীজপত্রী মূল
1. নালিকা বাণ্ডিলের সংখ্যা 2—6টি।	1. নালিকা বাণ্ডিলের সংখ্যা 6টির বেশী।
2 জাইলেম বাহিকার আকৃতি বহুকোণ বিশিষ্ট।	2. জাইলেম বাহিকার আকৃতি ডিম্বাকার বা গোলাকার।
3. মজ্জা থাকিলে কেন্দ্রে অল্প স্থান দখল করে থাকে।	3. মজ্জা সর্বদাই বর্তমান এবং তা কেন্দ্রের অনেকটা অংশ দখল করে থাকে।

9.9. দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড ও দ্বিবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের পার্থক্য [Differences in the internal structure of a Dicot stem and a Dicot root]

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড	দ্বিবীজপত্রী মূল
1. কাণ্ডের বহিস্ত্বক কিউটিকলযুক্ত—একে এপিডারমিস বলে।	1. মূলত্বক কিউটিকলযুক্ত নয়—একে এপিব্লেমা বা পিলিফেরাস স্তর বলে।
2. বহিস্ত্বক থেকে উৎপন্ন **রোম** বহুকোষী।	2. মূলত্বক থেকে উৎপন্ন রোম এককোষী।
3. অধস্ত্বক কোলেনকাইমা দ্বারা গঠিত।	3. অধস্ত্বক নেই।
4. পরিচক্র কয়েকসারি কোষ দ্বারা গঠিত ; এদের মধ্যে কিছু প্যারেনকাইমা ও কিছু স্ক্লেরেনকাইমা।	4. পরিচক্র একসারি প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত।

দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড	দ্বিবীজপত্রী মূল
5. নালিকা বাণ্ডিলের সংখ্যা বেশী এবং সেগুলি সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় (বা সমদ্বি-পার্শ্বীয়) এবং মুক্ত।	5. নালিকা বাণ্ডিলের সংখ্যা 2—6 এবং সেগুলি অরীয়।
6. প্রোটোজাইলেম ও মেটাজাইলেম যথাক্রমে কেন্দ্রের দিকে ও পরিধির দিকে থাকে। অর্থাৎ জাইলেম বাহিকার বিন্যাস এণ্ডার্ক।	6. প্রোটোজাইলেম ও মেটাজাইলেম যথাক্রমে পরিধির দিকে ও কেন্দ্রের দিকে থাকে ; অর্থাৎ জাইলেম বাহিকার বিন্যাস এক্সার্ক।
7. মজ্জারশ্মি থাকে।	7. মজ্জারশ্মি থাকে না।

9.10. একবীজপত্রী কাণ্ড ও একবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের পার্থক্য [Differences in the internal structure of Monocot stem aud Monocot root]

একবীজপত্রী কাণ্ড	একবীজপত্রী মূল
1. বহিস্ত্বকে কিউটিকল থাকে কিন্তু রোম থাকে না।	1. মূলত্বকে কিউটিকল থাকে না কিন্তু এককোষী মূলরোম থাকে।
2. অধস্ত্বক বর্তমান ; স্ক্লেরেনকাইমা দ্বারা গঠিত।	2. অধস্ত্বক নেই।
3. আদিকলাতন্ত্র সাধারণত বহির্মজ্জা, অন্তস্ত্বক, পরিচক্র, মজ্জা প্রভৃতিতে বিভেদিত নয়।	3. আদিকলাতন্ত্র বহির্মজ্জা, অন্তস্ত্বক, পরিচক্র, মজ্জা প্রভৃতিতে বিভেদিত।
4. নালিকাবাণ্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও বদ্ধ।	4. নালিকাবাণ্ডিলগুলি অরীয়।
5. নালিকাবাণ্ডিলের জাইলেম বাহিকার বিন্যাস এণ্ডার্ক।	5. নালিকা বাণ্ডিলের জাইলেম বিন্যাস এক্সার্ক।

9.11. বিষমপৃষ্ঠ ও সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার অন্তর্গঠনের পার্থক্য [Differences in the internal structure of Dorsiventral and Isobilateral leaves]

বিষমপৃষ্ঠ পাতা	সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতা
1. উর্ধ্ব বহিস্ত্বকে সাধারণত পত্ররন্ধ্র থাকে না। পত্ররন্ধ্র নিম্নবহিস্ত্বকে সীমাবদ্ধ।	1. উর্ধ্ব ও নিম্ন বহিস্ত্বকে প্রায় সমসংখ্যক পত্ররন্ধ্র থাকে।
2. উর্ধ্ব বহিস্ত্বকের উপরের কিউটিকল নিম্ন বহিস্ত্বকের উপরের কিউটিকল অপেক্ষা বেশী পুরু।	2. দুই ত্বকেই প্রায় সমান পুরু কিউটিকল থাকে।
3. মেসোফিল স্পঞ্জ ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত।	3. মেসোফিল এইভাবে বিভেদিত নয়।

9.12. ছত্রাকের অর্থ নৈতিক গুরুত্ব [Economic importance of fungi]

ছত্রাক গোষ্ঠীভুক্ত অসংখ্য প্রজাতির অর্থকরী গুরুত্ব অত্যন্ত উল্লেখযোগ্য। বস্তুতঃ মানব-জীবন এই সব ছত্রাকের সঙ্গে ওতপ্রোতভাবে জড়িত। এমন একটা দিন কাটে না যেদিন আমরা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে এদের দ্বারা উপকৃত বা ক্ষতিগ্রস্থ না হই। এদের উপকারী ও অপকারী কার্যকলাপের একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণী নীচে দেওয়া হল।

উপকারী কার্যকলাপ

[Useful activities]

1. **জৈব বর্জ্য পদার্থ বিনষ্টকরণ** (Destruction of organic waste) : মৃতজীবী ছত্রাক উদ্ভিদ বা প্রাণীর গলিত দেহাবশেষ পচিয়ে দেয়। পচন ক্রিয়ায় উৎপন্ন CO_2 সবুজ উদ্ভিদ কর্তৃক গৃহীত হয়। তাছাড়া ঐ সব জৈব দেহাবশেষ থেকে মাটি তার প্রয়োজনীয় উপাদান ফিরে পায় এবং উর্ব্বর হয়। এইভাবে মাটির বিভিন্ন প্রয়োজনীয় পদার্থের ভারসাম্য রক্ষিত হয়।

2. **বিভিন্ন শিল্পে ভূমিকা** (Role in various industries) :

(i) **অ্যালকোহল উৎপাদনে** (In production of alcohol) : কতকগুলি ছত্রাক অ্যালকোহল শিল্পে বিশিষ্ট ও সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করে। শর্করার কোহল সন্ধান (fermentation) দ্বারা ঈস্ট অ্যালকোহল শিল্পের প্রাথমিক উপাদান **ইথাইল অ্যাল-কোহল** (Ethyl alcohol) উৎপাদন করে। এইভাবে বিভিন্ন প্রকার মদ উৎপাদনে ঈস্ট ব্যবহৃত হয়।

(ii) **পাউরুটি, কেক উৎপাদনে ঈস্ট** অপরিহার্য।

(iii) **পণির উৎপাদনে : পেনিসিলিয়মের** কোন কোন প্রজাতি ব্যবহৃত হয়।

(iv) **জৈব অ্যাসিড** (সাইট্রিক, গ্লুকোনিক, ল্যাকটিক অ্যাসিড) **উৎপাদনে : রাইজোপাস ও অ্যাসপারজিলাসের বিভিন্ন প্রজাতি** ব্যবহৃত হয়।

(v) **ভাইটামিন** (রাইবোফ্ল্যাভিন, ভাইটামিন D) **উৎপাদনে : ঈস্ট, অ্যাসপার-জিলাস ও ফিউজেরিয়ম** ব্যবহৃত হয়।

3. **খাদ্যহিসাবে ব্যবহার** (Use as food) : অনেক ছত্রাক যেমন, **অ্যাগারিকস ক্যামপেসট্রিস বাইস্পোরাস** (*Agaricus compestris bisporous*), **লাইকো-পারডন** (*Lycoperdon*), **মরচেলা** (*Morchella*), **ঈস্ট** (*Saccharomyces*), প্রভৃতি প্রোটিন সমৃদ্ধ খাদ্য হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

4. **ঔষধ উৎপাদনে** (For production of medicine) : আজকাল বহু ছত্রাকই নানারকম অ্যান্টিবায়োটিক ঔষধ উৎপাদনে সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে। প্রধানত

ব্যকটিরিয়াঘটিত রোগে অ্যান্টিবায়োটিক ব্যবহার করা হয়। এতে ব্যাকটিরিয়া ধ্বংস হয় বা তার বৃদ্ধি ব্যাহত হয়ে রোগের উপশম হয়। যেমন—

উৎপন্ন অ্যান্টিবায়োটিক	ব্যবহৃত ছত্রাক
1. পেনিসিলিন	1. পেনিসিলিয়ম নোটেটম, পেনিসিলিয়ম ক্রিসোজিনম।
2. স্ট্রেপটোমাইসিন	2. স্ট্রেপটোমাইসিজ গ্রিসিয়স।
3. ক্লোরোমাইসেটিন	3. ,, ভেনিজুয়েলী।
4. অরিওমাইসিন	4. ,, অরিওফেসিয়েন্স।
5. আরগট	5. ক্ল্যাভিসেপ্স পারপিউরিয়া
6. কিটোমিন	6. কিটোমিয়ম ককলিওডিস।

এছাড়া **ক্ল্যাভিসেপস পারপিউরিয়া** (*Claviceps purpurea*) থেকে উৎপন্ন হয় **আরগট** (Ergot)। এটি রক্তস্রাব বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। ঈস্টের একটি প্রজাতির সাহায্যে বেনজালডিহাইড উৎপন্ন হয়। **এফেড্রিন** (Ephedrin) হাঁপানির চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়।

5. **প্লাসটিক উৎপাদনে** (In plastic manufacture): ওডিয়ম ল্যাকটিস (*Odium lactis*) নামে ছত্রাক প্লাসটিক উৎপাদনে বহুল প্রচলিত।

6. **বৃদ্ধি-উদ্দীপক হরমোন জিববারেলিন উৎপাদনে** (In production of Gibberellin—a growth promoting hormone): **জিব্বারেলা ফুজিকুরই** (*Gibberella fujikuroi*) নামে ধানের একপ্রকার রোগ সৃষ্টিকারী ছত্রাক থেকে জিব্বারেলিন উৎপন্ন হয়।

7. **ক্ষতিকর শস্য নষ্টকারী কীটপতঙ্গ দমনে** (In control of insect paste): উদ্ভিদের ক্ষতিকর কীটপতঙ্গ দমন করতে **আইজেরিয়া** (*Isaria*), **এমপিউসা** (*Empusa*) প্রভৃতি ছত্রাক বিশেষ কার্যকরী।

8. **উদ্ভিদের পুষ্টিদানে** (In nutrition of plants) বিভিন্ন গোষ্ঠীর ছত্রাক **সাইকাস, পাইনাস** প্রভৃতি উদ্ভিদমূলে **মাইকোরাইজা** (Mycorrhiza) গঠন ক'রে ঐ সব উদ্ভিদের পুষ্টি যোগায়।

9. **প্রজনবিদ্যা বিষয়ক গবেষণায় ব্যবহার** (Use in genetical research): এতদিন ফলের মাছি **ড্রাসোফিলা** প্রজনবিদ্যাবিষয়ক গবেষণায় ব্যবহৃত হত। অল্প কয়েক দিনের মধ্যে জীবনচক্র শেষ করে বলে **নিউরোস্পোরা সিটোফিলা** (*Neurospora sitophila*)-ও এই কাজে সমান গুরুত্ব সহকারে ব্যবহৃত হচ্ছে।

10. **এনজাইম উৎপাদনে** (In enzyme production): **অ্যাসপারজিলাস** (*Aspergillus*)-এর কয়েকটি প্রজাতি থেকে **অ্যামাইলেজ, ডাইজেসটিন, পলিজাইম, টাকা ডায়াসটোজ** প্রভৃতি এনজাইম পাওয়া যায়।

11. **পিগমেন্ট উৎপাদনে** (In pigment production): অ্যাসপারজিলাস,

পেনিসিলিয়ম, হেলমিনথোস্পোরিয়ম, বোলিটস প্রভৃতির কতকগুলি প্রজাতি থেকে যথাক্রমে গাঢ় তামাটে রং-এর **ফিউমিগেশন,** হলুদ রং-এর **সাইট্রিসিন,** লাল রং-এর **ক্যাটেনারিন,** নীল রং-এর **বোলেটল** প্রভৃতি বিভিন্ন পিগমেণ্ট বা রঙ্গক উৎপন্ন হয়।

অপকারী কার্যকলাপ
[Harmful activities]

ছত্রাকের অপকারী কার্যকলাপ অর্থনৈতিক বিচারে কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। মানুষ, গবাদিপশু ও উদ্ভিদের নানাপ্রকার রোগ সৃষ্টি করে ছত্রাক প্রভূত ক্ষতি সাধন করে। নীচে অপকারী কার্যকলাপের কয়েকটি উল্লেখ করা হল :

1. **কাঠের পচনে** (In rotting of timber) : **পলিপোরস, ফোমিস** প্রভৃতি ছত্রাক উৎকৃষ্ট কাষ্ঠপ্রদায়ী উদ্ভিদের ক্ষতি সাধন করে। **আরমিলেরিয়া মেলা** (*Armilleria mella*) নামে এক ধরনের ব্যাঙের ছাতা আপেল ও অন্যান্য গাছের **রেড্ রট** (Red rot) রোগ সৃষ্টি করে।

2. **রোগ সৃষ্টিতে** (For causing diseases) : ছত্রাকের আক্রমণে উচ্চশ্রেণীর উদ্ভিদ, এমনকি মানুষসহ অন্যান্য প্রাণীও নানান রোগে আক্রান্ত হয়। ধান, গম, ভুট্টা, আলু, মটর, আপেল, আখ প্রভৃতি নানান ফসল ও ফলে বিভিন্ন প্রকার ছত্রাক ঘটিত রোগ হয় এবং এতে উৎপাদন উল্লেখযোগ্য পরিমাণে ব্যাহত হয়। নানাবিধ চর্মরোগ, যেমন—দাদ, হাজা, ছুলি, খুস্কি ছত্রাকঘটিত রোগ। এছাড়া নাক, কান, মুখ, গলা, যকৃৎ, ফুসফুস প্রভৃতি অঙ্গে নানাবিধ রোগের কারণ হল ছত্রাক। নীচে উদ্ভিদ ও মানুষের কয়েকটি ছত্রাকঘটিত রোগের বিবরণ দেওয়া হল :—

আক্রান্ত জীব	রোগ	ছত্রাকের নাম
1. গোল আলু	1. ধ্বসা রোগ (Late blight)	1. ফাইটপথোরা ইনফেসটান্স
2. সরিষা গোত্রীয় উদ্ভিদ	2. ডাউনি মিলডিউ (Downy mildew)	2. পেরোনোস্পোরা স্পিসিজ
3. ,,	3. হোয়াইট রাস্ট (White rust)	3. সিসটোপাস ক্যানডিডাস
4. ধান	4. ব্রাউন স্পট (Brown spot)	4. হেলমিন্থোস্পোরিয়ম ওরাইজি
5. গম	5. রাস্ট (Rust)	5. পাকসিনিয়া গ্রামিনিস
6. ,,	6. লুজ স্মাট (Loose smut)	6. উস্টিলাগো ট্রিটিসি
7. ভুট্টা	7. স্মাট (Smut)	7. উস্টিলাগো মেডিস
8. রাই সরিষা	8. আরগট (Ergot)	8. ক্ল্যাভিসেপস্ পারপিউরিয়া
9. আপেল	9. ফ্রুট রট (Fruit rot)	9. রাইজোপাস অ্যারিজাস
10. আখ	10. রেড রট (Red rot)	10. কোলেটোট্রিকম ফ্যালকেটম
11. শাক-শব্জী	11. পচা রোগ (Soft rot)	11. মিউকোর পুসিল্লাস
12. মানুষ	12. পায়ের দাদ (Ringworm of foot)	12. এপিডারমোফাইটন ফ্লোকোসম
13. ,,	13. অ্যালার্জী	13. ফোমা, ট্রাইকোডারমা, মনিলিয়া
14. ,,	14. অ্যাসপারজিলোসেস	14. অ্যাসপারজিলাস ফ্ল্যাভাস, অ্যাসপারজিলাস নাইগার, অ্যাসপারজিলাস ফিউমিগেটাস

3. **খাদ্যবস্তু বিনষ্টে** (In food spoilage) : দুধ, মাখন, পনির, পাউরুটি, কেক, ফল, শাকশব্জী, জ্যাম, জেলি, মাংস এমনকি রান্না করা খাদ্যবস্তুও বিভিন্ন ছত্রাকের আক্রমণে বিনষ্ট হয়। এইসব খাদ্যবস্তু বিনষ্টকারী ছত্রাকের মধ্যে রাইজোপাস, মিউকোর, পেনিসিলিয়ম, অ্যাসপারজিলাস, ঈস্ট প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

4. **অন্যান্য জিনিসপত্র বিনষ্টে** (In destruction of various substances) : পোষাক পরিচ্ছদ, চামড়া, রবার, চশমার কাচ, অণুবীক্ষণ, দূরবীণ, ক্যামেরা প্রভৃতির লেন্স, বই-খাতা, পেন্ট, কাঠের আসবাবপত্র প্রভৃতি বিভিন্ন দামী জিনিসপত্র ছত্রাকের আক্রমণে বিনষ্ট হয়।

5. **ছত্রাকঘটিত বিষক্রিয়ায়** (In mushroom poisoning) : আমানিটা ভাইরোসা, আমানিটা ভারনা, লাপিয়োটা ট্রাইভিওলিস, রুসুলা এমেটিকা, বোলিটাস স্যাটানাস, হেলভেলা এস্কুলেণ্টা প্রভৃতি ব্যাঙের ছাতা জাতীয় ছত্রাক ভুলক্রমে ভক্ষণ করলে বমি, উদরাময়, মাথাঘোরা, তরকা প্রভৃতি নানারূপ মারাত্মক উপসর্গ দেখা দেয়।

9.13. শেওলার অর্থনৈতিক গুরুত্ব [Economic importance of Algae]

ছত্রাকের অর্থনৈতিক গুরুত্বের আলোচনা করার পরই স্বাভাবিকভাবেই মনে প্রশ্ন জাগে শেওলার কি কোন অর্থনৈতিক গুরুত্ব নেই? ছত্রাকের মতো শেওলার অর্থনৈতিক গুরুত্বও কম উল্লেখযোগ্য নয়। এ ব্যাপারে জিজ্ঞাসুর ঔৎসুক্য মেটাতে নীচে অত্যন্ত সংক্ষেপে এ বিষয়ে উল্লেখ করা হল :

1. **বিভিন্ন শিল্পে ভূমিকা** (Role in various industries) : ব্যবসার ভিত্তিতে উৎপন্ন কতকগুলি দ্রব্য উৎপাদনে শেওলা কাঁচামাল হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এইসব দ্রব্যের মধ্যে **আগার-আগার** (Agar-Agar), **আলজিনিক অ্যাসিড ও কারাজিনিন** (Carrageenin) এবং **ডায়াটোমাইট** (Diatomite) সবিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(a) **আগার-আগার** : জিলিডিয়ম, গ্রাসিলেরিয়া, জাইগারটিনা প্রভৃতি লাল সামুদ্রিক শেওলার দেহ শুকিয়ে এটি পাওয়া যায়। কৃত্রিমভাবে ছত্রাক উৎপাদন করতে এটিকে মিডিয়ারূপে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া এটি খাদ্য হিসাবেও নানাভাবে ব্যবহৃত হয়।

(b) **আলজিনিক অ্যাসিড** : লামিনেরিয়া, লেসোনিয়া, আইসেনিয়া প্রভৃতি শেওলা থেকে নিষ্কাশিত অদ্রাব পদার্থটি আলজিনিক অ্যাসিড। খাদ্য, বস্ত্র ও প্রসাধন শিল্পে এটি বহুল প্রচলিত। কৃত্রিম তন্তু ও প্লাসটিক উৎপাদনে বা রবার শিল্পে এটি ব্যবহৃত হয়।

(c) **কারাজিনিন** : কনড্রাস ক্রিসপাস নামে লাল শেওলা এর প্রধান উৎস। এটি কোষপ্রাকার থেকে নিষ্কাশিত হড়হড়ে পলিস্যাকারাইড জাতীয় পদার্থ। এটির দ্বারা কাশির উপশম হয়। তাছাড়া টুথপেষ্ট, প্রসাধন সামগ্রী, সেন্ট ও গন্ধবিতারক পদার্থে ব্যবহৃত হয়।

(d) **ডায়াটোমাইট** : কোটি কোটি বৎসর ধরে সমুদ্রগর্ভে সঞ্চিত ডায়াটম জমে পাথরের মতো শক্ত ডায়াটোমাইট তৈরী হয়। রেফ্রিজারেটার, বয়লার, গরম ও ঠাণ্ডা জলের পাইপ, শব্দ নিরোধক ঘর, ধাতুতে শান দেওয়া, ডিনামাইট তৈরী, ব্লিচিং পাউডার উৎপাদন প্রভৃতিতে এটি ব্যবহৃত হয়।

2. **কৃষিকাজে ভূমিকা** (Role in agriculture) : অসিলেটোরিয়া, অ্যানাবিনা, নষ্টক প্রভৃতি নীলাভ-সবুজ শেওলা বাতাসের নাইট্রোজেন মাটিতে আবদ্ধ করে কৃষি উৎপাদন বাড়াতে সাহায্য করে।

3. **খাদ্য হিসাবে ব্যবহার** (Algae as food) : মাছ, জলজ উভচর, স্তন্যপায়ী ও অন্যান্য প্রাণীর খাদ্যের প্রধান উৎস শেওলা। খাদ্য হিসাবে মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর উপর মানুষ যে কত নির্ভরশীল সে বিষয়ে উল্লেখের দাবী রাখে না। এদিক থেকে তাই মানুষের কাছে শেওলা অর্থে জীবন। অন্যান্য বিজ্ঞানীর মতো **মিলার** (Miller, 1972) মনে করেন মানুষের প্রোটিন খাদ্যের চাহিদা বহুলাংশে শেওলা থেকে মেটান যেতে পারে। সুপ তৈরীর জন্য ভারতের বাজারে **স্পাইরোগাইরা, ইডোগোনিয়ম, আলভা**

প্রভৃতি শেওলাকে শুখিয়ে প্যাকেট করে বাজারে বিক্রি করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায় **ল্যামিনেরিয়া, ক্লোরেল্লা, পরফাইরা, রোডিমেনিয়া** প্রভৃতিকে খাদ্য-সামগ্রী হিসাবে নানাভাবে ব্যবহার করা হয়। ইউরোপ এবং আমেরিকা ও এশিয়ার বিভিন্ন দেশে এগুলির চাষ করা হয়। কেননা বিভিন্ন শেওলা থেকে প্রচুর পরিমাণে ভাইটামিন A, B, C, D, E পাওয়া যায়।

4. **পশুখাদ্য হিসাবে ব্যবহার** (Algae as fodder) ঃ পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে সামুদ্রিক শেওলাকে পশুখাদ্য হিসাবে ব্যবহার করে দুধ, মাংস ও ডিমের যোগান বাড়ান হচ্ছে। এই সব শেওলার মধ্যে **সারগেসাম, লামিনেরিয়া, পেলভেসিয়া** প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

5. **ঔষধ হিসাবে ব্যবহার** (Medicinal use) ঃ **লামিনেরিয়ার** বিভিন্ন প্রজাতি, **কোডিয়ম** প্রভৃতি শেওলা আয়োডিন সমৃদ্ধ। অ্যান্টিবায়োটিক **ক্লোরেলিন** (Chlorellin) ক্লোরেলা থেকে উৎপন্ন হয়। নানারকম বড়ি ও অয়েন্টমেন্ট তৈরীর কাজে আগার-আগার ব্যবহৃত হয়। দাঁত পরিষ্কার করার কাজেও এটি ব্যবহৃত হয়। **কারা, নাইটেলা** প্রভৃতি শেওলাগুলি পুকুরে থাকলে সেখানে মশার লার্ভা বাঁচতে পারে না—তাই মশা দমনে এদের ভূমিকা উল্লেখযোগ্য।

6. **জৈব গবেষণায় শেওলা** (Algae in Biological research) ঃ সালোকসংশ্লেষ ও অন্যান্য বিপাক ক্রিয়া সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞানের পরিধি বৃদ্ধি অনেকাংশে এককোষী **ক্লোরেল্লার** উপর নির্ভর করে। কারণ অল্প পরিসরে নিয়ন্ত্রিত পরিবেশে অল্প সময়ে অধিক পরিমাণে ক্লোরেল্লা উৎপাদন সম্ভব। **অ্যাসিটেবুলেরিয়া, ভেলোনিয়া, ক্ল্যামাইডোমোনাস** প্রভৃতি শেওলা কোষতত্ত্ব ও প্রজনবিদ্যায় গবেষণাগারে ব্যবহৃত হয়।

উপরের আলোচনা থেকে স্পষ্টই বোঝা গেল যে, মানুষের কাছে শেওলার গুরুত্ব অপরিসীম।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long Answer type/Essay type questions.]

1. শেওলা ও ছত্রাকের পার্থক্যগুলি সারিবদ্ধ কর। [Tabulate the differences between algae and fungi] [উঃ। 9.1 দেখ]

2. মিউকোর ও স্পাইরোগাইরার জীবনধারণ প্রণালীর পার্থক্য দেখাও। [Show the differences between the mode of living of *Mucor* and *Spirogyra*.] [উঃ। 9.2 দেখ]

3. পোগোনেটম ও ড্রায়পটেরিসের লিঙ্গধর উদ্ভিদের তুলনা কর। [Compare the gametophytic generations of *Pogonatum* and *Dryopteris*.] [উঃ। 9.3 দেখ]

4. মস (পোগোনেটম) ও ফার্ণের (ড্রায়পটেরিস) রেণুধর উদ্ভিদের তুলনা কর। [Compare the sporophytic generations of a moss (*Pogonatum*) and a fern (*Dryopteris*).] [উঃ। 9.4 দেখ]

5. টেরিডোফাইটকে কিভাবে জীমনোস্পার্ম থেকে পৃথক করা যায়? [How is a pteridophyte distinguished from a gymnosperm ?] [উঃ। 9.5 দেখ]

6. অ্যানজিওস্পার্ম ও জীমনোস্পার্ম (পাইনাস)-এর তুলনা কর। [Compare between angiosperms and gymnosperm (*Pinus*).] [উঃ। 9.6 দেখ]

7. দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রী কাণ্ডের অন্তর্গঠনের পার্থক্য সারিবদ্ধ কর। [Tabulate the differences between the internal structure of a dicot stem and that of a monocot stem.] [উঃ। 9.7 দেখ]

8. অন্তর্গঠন দেখে একটি একবীজপত্রী মূল ও একটি দ্বিবীজপত্রী মূলকে কিভাবে সনাক্ত করবে? [How would you identify a dicot and a monocot root by their internal structure ?] [উঃ। 9.8 দেখ]

9. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড ও দ্বিবীজপত্রী মূলকে কি করে সনাক্ত করবে ? [How would you identify a dicot stem and a dicot root under a microscope ?]

[উঃ । 9.9 দেখ]

10. একবীজপত্রী কাণ্ড ও একবীজপত্রী মূলের অন্তর্গঠনের পার্থক্য দেখাও। [Show the differences in the internal structure of a monocot stem and a monocot root.]

[উঃ । 9.10 দেখ]

11. বিষমপৃষ্ঠ ও সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার মধ্যে অন্তর্গঠনের পার্থক্যগুলি লিপিবদ্ধ কর। [Write down the internal differences between a dorsiventral and an isobilateral leaf.]

[উঃ । 9.11 দেখ]

12. ছত্রাকের অর্থনৈতিক গুরুত্বের উপর একটি নাতিদীর্ঘ প্রবন্ধ লেখ। [Write a short essay on the economic importance of fungi.] [উঃ । 9.12 দেখ]

13. শেওলার কোন অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্বন্ধে তোমার জানা থাকলে বিস্তারিত আলোচনা কর। [Discuss in detail your idea about economic importance of algae.]

[উঃ । 9.13 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

14. ছত্রাকের কয়েকটি উপকারী কার্যকলাপের উল্লেখ কর। [State a few beneficial activities of fungi.] [উঃ 9.12 দেখ]

15. অপকারী কার্যকলাপ বলতে কি বোঝ ? ছত্রাকের অপকারী কার্যকলাপ সম্বন্ধে তোমার বক্তব্য রাখ। [What do you mean by harmful activities ? Give your idea about the harmful activities of fungi.] [উঃ । 9.12 দেখ]

16. ঔষধ উৎপাদনে ব্যবহৃত চারটি ছত্রাকের নাম কর। এরা কি কি অ্যান্টিবায়োটিক উৎপাদন করে ? [Name four fungi used in production of medicine. Which are the antibiotics produced by them ?] [উঃ । 9.12 দেখ]

17. শেওলা কি কি ভাবে আমাদের কাজে লাগে ? [In how many ways are algae helpful to us ?] [উঃ । 9·13 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

18. অণুসূত্রীয় কোষ কোন্ জীবদেহে দেখা যায় ? [In which type of living body hyphal cells are found ? [উঃ । 9.1 (4) দেখ]

19. আদি জননকোষের গঠন কিরূপ ? [What is the structure of a progametangium ?]

[উঃ । 9.2 (১) দেখ]

20. অ্যালকোহল উৎপাদনে কোন্ ছত্রাক ব্যবহৃত হয় ? [Which is the fungus used in production of alcohol ?] [উঃ । 9.12 2(i) দেখ]

21. খাদ্য হিসাবে ব্যবহৃত কয়েকটি ছত্রাকের নাম কর। [Name of few fungi used as food.] [উঃ । 9.12 (4) দেখ]

22. আরগট কি থেকে উৎপন্ন হয় ? [Of which fungus Ergot is produced ?]

[উঃ । 9.12 (4) দেখ]

10 ॥ প্রাণিরাজ্যের শ্রেণীবিভাগ ॥

Syllabus : Outline knowledge about classification of animal kingdom. Non-chordate upto phyla, chordate upto class with salient characters and examples.

10.1. সূচনা [Introduction]

পৃথিবীতে প্রাণীর সংখ্যার সীমা-পরিসীমা নেই। পৃথিবীর পরিবর্তনশীল প্রাকৃতিক পরিবেশে প্রাণিদের মধ্যে গঠন, আকৃতি ও প্রকৃতিগত বৈচিত্র্য চমকপ্রদ। এত বৈচিত্র্য ও বিভিন্নতার মধ্যেও কতকগুলি প্রাণীর মিল আমাদের দৃষ্টি আকর্ষণ করে। এদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য পর্যালোচনা করলে বোঝা যায়, জৈব বিবর্তনের পথে এইসব প্রাণী পরস্পর নিগূঢ় সম্বন্ধে বাঁধা। প্রাণিরাজ্যে একদিকে যেমন সংখ্যাতীত সহজ ও সরলদেহী প্রাণী আছে, অন্যদিকে তেমনি আছে অসংখ্য উন্নত জটিলদেহী প্রাণী। জীবের সংখ্যা যতই বৃদ্ধি পাচ্ছে ততই জটিলতা বৃদ্ধির সম্ভাবনা দেখা যাচ্ছে।

সরল থেকে ক্রমশঃ জটিল প্রাণীর দেহ-গঠন, আকৃতিগত সাদৃশ্য বা পার্থক্যের উপর ভিত্তি করে প্রাণীর শ্রেণীবিভাগ করা হয়। চেনা-অচেনা সব প্রাণী নিয়েই **প্রাণিরাজ্য**। প্রাণী **এককোষী** (Unicellular) বা **বহুকোষী** (Multicellular)। এককোষী প্রাণীদের **উপরাজ্য—প্রোটোজোয়া** (Sub-kingdom—Protozoa) এবং বহুকোষী প্রাণীদের **উপরাজ্য—মেটাজোয়া** (Sub-kingdom—Metazoa)-র অন্তর্ভুক্ত করা হয়।

প্রাণিরাজ্যকে কেবলমাত্র এককোষী ও বহুকোষী—এই দুটি গোষ্ঠীতে ভাগ করলে নানা অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয়। তাই অগণিত প্রাণী সম্বন্ধে সঠিক জ্ঞান আহরণের জন্য পারস্পরিক সম্পর্কের ভিত্তিতে প্রাণিরাজ্যকে বিশেষ কতকগুলি গোষ্ঠীতে ভাগ করার রীতি প্রচলিত আছে; কেবল বিশেষ বিশেষ লক্ষণ দেখেই এই গোষ্ঠীভুক্তি সম্ভবপর। **মোটামুটি একই আকৃতি, স্বভাব ও চরিত্রের প্রাণীগুলি এক এক গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত। প্রকৃত সম্বন্ধ বিচার করে গোষ্ঠীভুক্ত করাই সঠিক বৈজ্ঞানিক রীতি।**

সম্বন্ধ বিচার করার সময় প্রাণিরাজ্যের বিপুল বৈচিত্র্য লক্ষ্য করে বিজ্ঞানীদের বিস্ময়-বিহ্বল হতে হয়েছে। কোন কোন প্রাণীর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য এমনই যে সেখানে নিকটতম দুই গোষ্ঠীর প্রাণীর কিছু না কিছু চরিত্রের মিশ্রণ ঘটেছে। এমনি নানা সমস্যা থাকা সত্ত্বেও প্রাণিরাজ্য মোটামুটি প্রধান এগারটি ভাগে বিভক্ত। প্রতিটি ভাগের নাম **ফাইলাম*** (Phylum) বা পর্ব।

প্রোটোজোয়া উপরাজ্যের অধীনে একটিমাত্র পর্ব। পর্বটিকেও প্রোটোজোয়া** বলা হয়। তাই

---

*একবচন; **ফাইলা** (Phyla)—বহুবচন।

আজকাল প্রোটোজোয়া বা আদ্যপ্রাণীকে অনেকে **কোষবিহীন (Acellular or Non-cellular) প্রাণী বলেন। অবশ্য কোষ সম্বন্ধে প্রচলিত ধারণায় টার্মটাকে খুব অবিশ্বাস্য মনে হবে। তবে একটি বহুকোষী প্রাণী অনেকগুলি কোষের সমন্বয়ে গঠিত। প্রতিটি কোষ এক একটি নিউক্লিয়াস দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং প্রতিটি কোষকে নির্দিষ্ট কাজই কেবল করতে হয়। সেদিক থেকে বিচার করলে প্রোটোজোয়া বা আদ্যপ্রাণীর মাত্র একটি কোষকে বাঁচার জন্য সব কাজই করতে হয়। অর্থাৎ একটি মাত্র কোষ দ্বারা গঠিত দেহই বহুকোষী প্রাণীর (Metazoa) সামগ্রিক দেহের সঙ্গে তুলনীয়। এছাড়া এককোষী প্রাণীকে অন্য কোন কোষের উপর নির্ভর করতে হয় না—সে স্বনির্ভর। কিন্তু বহুকোষী প্রাণীর কোষগুলি একে অন্যের উপরে সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল। এককভাবে তাদের পক্ষে বেঁচে থাকা মোটেই সম্ভব নয়। বিজ্ঞানী **ডোবেল** (Dobell) তাই প্রোটোজোয়াকে এককোষী প্রাণী না বলে কোষবিহীন প্রাণী বলার পক্ষপাতী। সেই অর্থে অ্যামিবা, মনোসিসটিস প্রভৃতি হল কোষবিহীন প্রাণী।

এককোষী সমস্ত প্রাণীই প্রকৃতপক্ষে প্রোটোজোয়া পর্বভুক্ত। বাকি মেটাজোয়া উপরাজ্যভুক্ত সমস্ত প্রাণীকে দুটি বিভাগে ভাগ করা হয়—(1) **বিভাগ-অকর্ডাটা**** (Division-Achordata or Non-Chordata) ও (2) **বিভাগ-কর্ডাটা** (Division-Chordata)।

10.2. অকর্ডাটা প্রাণীর শ্রেণীবিভাগ [Classification of Achordata]

অকর্ডাটা বা অমেরুদণ্ডী প্রাণীগুলি **দশটি পর্বে** বিভক্ত। বিভাগ কর্ডাটার অন্তর্গত পর্বটি হল কর্ডাটা। অর্থাৎ, সমগ্র প্রাণিরাজ্য মোটামুটি **এগারটি পর্বে** বিভক্ত। নীচের ছকে উপরিউক্ত শ্রেণীবিভাগ দেখান হল।

প্রাণিরাজ্য

- উপরাজ্য-প্রোটোজোয়া
  - 1. পর্ব প্রোটোজোয়া*
- উপরাজ্য-মেটাজোয়া
  - বিভাগ-অকর্ডাটা (অমেরুদণ্ডী)
    - 2. পর্ব পরিফেরা → উপরাজ্য প্যারাজোয়া (অনেকের মতে)
    - 3. পর্ব নিডারিয়া
    - 4. পর্ব টিনোফোরা
    - 5. পর্ব প্ল্যাটিহেলমিনথিস
    - 6. পর্ব নিমাটহেলমিনথিস
    - 7. পর্ব আনেলিডা
    - 8. পর্ব আর্থ্রোপডা
    - 9. পর্ব মলাস্কা
    - 10. পর্ব একাইনোডার্মাটা
  - বিভাগ-কর্ডাটা
    - 11. পর্ব কর্ডাটা

(1.) **পর্ব প্রোটোজোয়া বা আদ্যপ্রাণী** (Phylum Protozoa ; গ্রীক Protos = প্রথম + zoon = প্রাণী) ঃ

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 30,000]

পর্ব টির সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) প্রাণিরাজ্যের **সর্বাপেক্ষা সরল ও ক্ষুদ্রাকৃতি প্রাণিকুল**।

(2) **দেহ এককোষী**, মাত্র একটি কোষ দ্বারাই যাবতীয় প্রয়োজনীয় জৈবিক কাজ সম্পন্ন করে।

** বিভাগ অকর্ডাটাভুক্ত প্রাণীদের **অমেরুদণ্ডী** বা ইনভার্টিব্রেট (Invertebrate) বলা হয়। যে সব প্রাণীর দেহে মেরুদণ্ড বা শিরদাঁড়া (Vertebral column) নেই তাদের অমেরুদণ্ডী বলে। বিভাগ কর্ডাটাভুক্ত যে সব প্রাণীর মেরুদণ্ড আছে তাদের **মেরুদণ্ডী** (Vertebrate) বলে। কর্ডাটাভুক্ত আদিম প্রাণীদেহে মেরুদণ্ডের পরিবর্তে শরীরের মধ্যে লম্বালম্বি বিস্তৃত একটি অস্থিদণ্ড (Skeletal rod) থাকে। এই দণ্ডকে **নোটোকর্ড** (Notochord) বলে।

* **গোল্ডফাস** (Goldfuss, 1822) সর্বপ্রথম প্রোটোজোয়া শব্দটি ব্যবহার করেন।

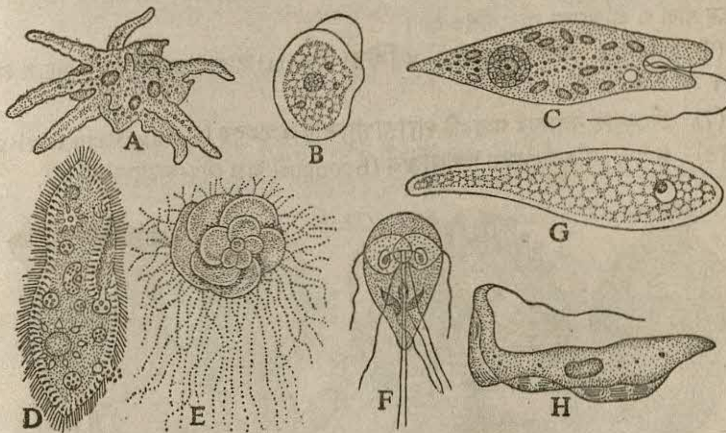
(3) অনেকে দলবদ্ধভাবে উপনিবেশ গড়ে বাস করে।

(4) **অধিকাংশ প্রাণীকে খালিচোখে দেখা যায় না,** অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্য নিতে হয়। সেজন্য এদের **অণুবীক্ষণিক প্রাণী** (Microscopic animal) বলা হয়।

(5) দেহে **এক বা একাধিক নিউক্লিয়াস থাকে।**

(6) কোষের বাইরে কোন কোষ-প্রাকার থাকে না।

(7) সাইটোপ্লাজমে খাদ্যগহ্বর, জলগহ্বর দেখা যায়।



চিত্র : 10.1 প্রোটোজোয়া পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—অ্যামিবা ; B—এণ্ট্যামিবা ; C—ইউগ্লিনা ; D—প্যারামেসিয়ম ; E—পলিস্টোমেলা ; F—জিয়ার্ডিয়া ; G—মনোসিসটিস ; H—ট্রাইপ্যানোসোমা

(8) প্রোটোপ্লাজম থেকে উৎপন্ন **ক্ষণপদ, ফ্ল্যাজেলা, সিলিয়া** প্রভৃতি দ্বারা প্রাণী চলাফেরা করে।

(9) স্থল, জল ও অন্তরীক্ষ—সর্বত্রই দেখা যায়।

(10) **স্বাধীনজীবী, মিথোজীবী** বা **পরজীবী**।

(11) অযৌন বা যৌন পদ্ধতিতে জনন সম্পন্ন করে। কোরকোদগম, দ্বিভাজন, বহুভাজন অযৌন পদ্ধতি এবং সংযোগ ও সঙ্গম যৌন পদ্ধতি।

উদাহরণ : অ্যামিবা (*Amoeba*) ; এণ্ট্যামিবা (*Entamoeba*) ; ইউগ্লিনা (*Euglena*) ; ট্রাইপ্যানোসোমা (*Trypanosoma*) ; পলিস্টোমেলা (*Polystomella*) ; প্যারামেসিয়ম (*Paramoecium*) ; জিয়ার্ডিয়া (*Geardia*) ; মনোসিসটিস (*Monocystis*) ; প্লাসমোডিয়ম (*Plasmodium*) ; ভর্টিসেলা (*Vorticella*) প্রভৃতি।

2. **পর্ব পরিফেরা*** বা **ছিদ্রালপ্রাণী** (Phylum Porifera ; গ্রীক Porus = ছিদ্র + ferre = বহন করা) : [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 5,000]

* বহুকোষী হলেও পর্ব পরিফেরাকে অনেকে **উপরাজ্য প্যারাজোয়া** (Subkingdom Parazoa)-র অন্তর্ভুক্ত করেন। কারণ এদের দেহে কোনরূপ কলা গঠিত হয় না। অপরপক্ষে সুনির্দিষ্ট কলাতন্ত্রের অধিকারী প্রাণীদের উপরাজ্য মেটাজোয়ার অন্তর্ভুক্ত করা হয়।

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) এখানেই সর্বপ্রথম বহুকোষের আবির্ভাব ঘটেছে। এরা স্পঞ্জ নামেই সর্বাধিক পরিচিত।

(2) কোন কোন প্রজাতি উদ্ভিদের মতো শাখা-প্রশাখাযুক্ত।

(3) শাখার প্রান্তের ছিদ্রটি **অসকুলম** (osculum)।

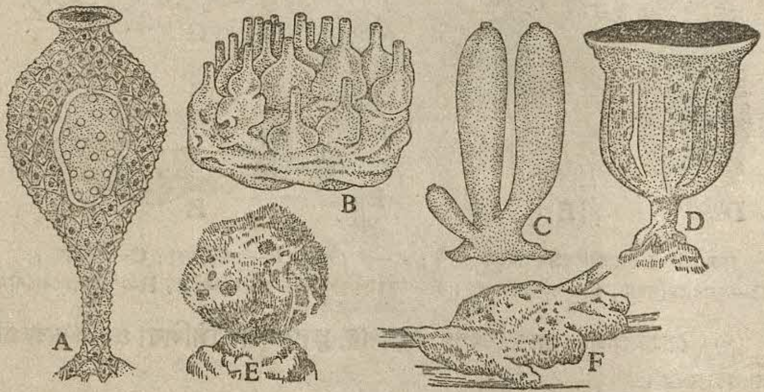
(4) অধিকাংশই **সামুদ্রিক** (marine)।

(5) **দেহাভ্যন্তরে অসংখ্য নালিকা বর্তমান**। নালিকার মধ্যে দিয়েই জলস্রোতের মাধ্যমে খাদ্য ও অক্সিজেন পরিবেশিত হয়।

(6) বহির্গাত্রে অসংখ্য ছিদ্র বা **অস্টিয়া** (ostia) থাকায় প্রাণীগুলিকে ছিদ্রাল প্রাণী বলে।

(7) দেহমধ্যস্থ নলাকার গহ্বরটি **প্যারাগ্যাসট্রিক গহ্বর** (Paragastric cavity)।

(8) লাইম, সিলিকা অথবা **স্পন্‌জিন** (Spongin) দ্বারা দেহ-কাঠামো গঠিত।



চিত্র : 10.2 পরিফেরা পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—ক্ল্যাথরিনা ; B—স্পঞ্জকলোনী ; C—সাইকন ; D—নেপচুন কাপ ; E—বাথস্পঞ্জ ; F—ইউস্পঞ্জিলা

(9) দেহপ্রাকারে **কোয়ানোসাইট** (Choanocyte) নামে ফ্ল্যাজেলাযুক্ত বিশেষ কোষ বর্তমান।

(10) এক বা বহু অক্ষযুক্ত **স্পিকিউল** (Spicule) দেহকে খাড়া রাখে।

(11) **দেহে নার্ভ নেই,** প্রতিটি কোষ অনুভূতি বহন করে।

(12) **কোরকোদ্গম অতি সাধারণ অযৌন প্রক্রিয়া**। নিষেক নামে যৌন পদ্ধতিতেও জনন সম্পন্ন হয়।

(13) কোন-না কোন বস্তুর সঙ্গে সংলগ্ন থাকে—সুতরাং এরা **চলাফেরা করতে পারে না**। স্পঞ্জের এটি একটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য। পুকুর, ডোবা এবং মিঠাজলে স্পঞ্জিলা নামে স্পঞ্জ* দেখা যায়।

* এই পর্বভুক্ত কয়েকটি প্রজাতি থেকে **বাথস্পঞ্জ** (Bath sponge) উৎপন্ন হয়। সুতরাং এদের অর্থনৈতিক গুরুত্ব কম নয়।

উদাহরণ : সাইকন (*Sycon*) ; স্পঞ্জিলা (*Spongilla*) ; ইউস্পঞ্জিলা (*Euspongilla*) ইত্যাদি।

3. পর্ব নিডারিয়া (Phylum Cnidaria ; গ্রীক, Knide = কাঁটা)

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 10,000]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

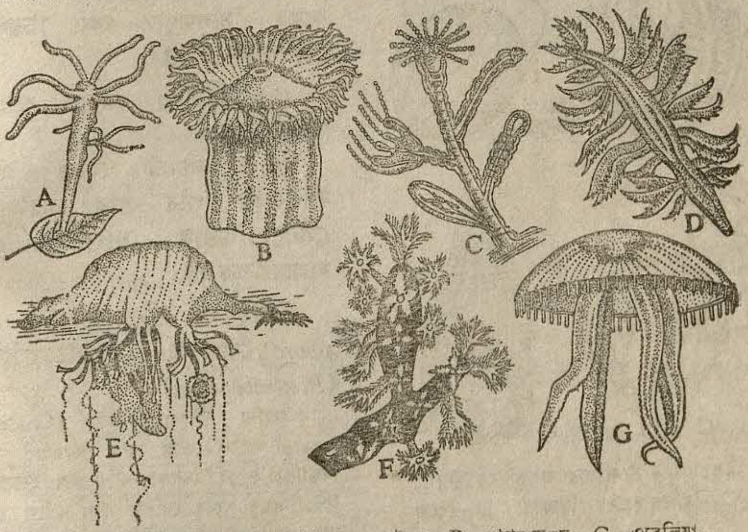
(1) পর্বভুক্ত সমস্ত প্রাণী (হাইড্রা ছাড়া) **সমুদ্রবাসী**।

(2) দেহে একটিমাত্র নালী থাকে, নালীটিকে **সিলেনটেরন** (Coelenteron) বা **গ্যাসট্রোভ্যাস্কুলার গহ্বর** (Gastrovascular cavity) বলে। দেহে অন্য কোন পৃথক খাদ্যনালী নেই।

(3) দেহে **একটিমাত্র স্থায়ী ছিদ্র** থাকে। এই ছিদ্রটি মুখ। **মুখই পায়ুছিদ্রের কাজ করে ;** পৃথক পায়ু নেই।

(4) মুখকে ঘিরে **কর্ষিকা** বা **টেনটাকল** (tentacle) থাকে।

(5) **দেহপ্রাকার দুইস্তরে বিন্যস্ত** কোষগুচ্ছ দ্বারা গঠিত। বাইরের স্তরটি **এক্টোডার্ম** (ectoderm) এবং ভিতরেরটি **এণ্ডোডার্ম** (endoderm)। স্তর দুটির মধ্যে



চিত্র : 10.3 নিডারিয়া পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—হাইড্রা ; B—সাগর কুসুম ; C—ওবেলিয়া ; D—সাগর কলম ; E—ফাইজেলিয়া ; F—প্রবাল ; G—অরেলিয়া

কোষবিহীন জেলির মতো পদার্থটি হল **মেসোগ্লিয়া** (Mesoglea)। দুটি স্তরে কোষগুলি বিন্যস্ত থাকে বলে প্রাণীগুলিকে **দ্বিস্তরবিশিষ্ট প্রাণী** (Diploblastic animal) বলে।

(6) এক্টোডার্মে শিকার ধরার উপযোগী **নিমাটোসিস্ট** (Nematocyst) বিন্যস্ত থাকে।

(7) দেহ নলাকার অর্থাৎ **পলিপ** (Polyp)—যেমন, হাইড্রা এবং ছত্রাকার অর্থাৎ **মেডুসা** (Medusa)—যেমন, জেলিফিস।

(8) একাকি কোন বস্তুর সঙ্গে সংলগ্ন থাকে বা একত্রে **উপনিবেশ** (colony) রচনা করে বাস করে।

(9) একলিঙ্গ বা উভলিঙ্গ।

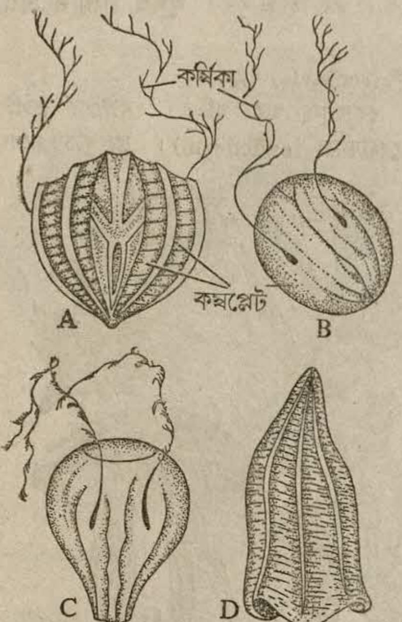
(10) অযৌন ও যৌন উভয় পদ্ধতিতে জনন সম্পন্ন হয়।

উদাহরণ : হাইড্রা (*Hydra*); ওবেলিয়া (*Obelia*), অরেলিয়া (*Aurelia*); সী-পেন (Sea Pen) বা সাগর কলম ; সী-অ্যানিমোন (Sea anemone) বা সাগর কুসুম, ফাইজেলিয়া (*Physalia*), প্রবাল (Coral) ইত্যাদি।

4. **পর্ব টিনোফোরা** [Phylum Ctenophora ; গ্রীক, Ktenos = চিরুণী + Phoros = ধারণ করা] [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 81]

পর্ব টির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) সামুদ্রিক—কখনই কলোনী গঠন করে না।



চিত্র : 10.4 টিনোফোরা অন্তর্ভুক্ত প্রাণী ; A-C—বিভিন্ন ধরনের হর্মিফোরা : D—বেরো

(2) **দেহ তিন স্তরে বিন্যস্ত কলা দ্বারা গঠিত।**

(3) দেহত্বকে **নিডোব্লাস্ট কোষ থাকে না।**

(4) সিলিয়ার সাহায্যে চলাচল করে। সিলিয়াগুলি একত্রে **চিরুনী প্লেট গঠন করে।**

(5) **কর্ষিকা** থাকলে তাদের **সংখ্যা দুই।**

(6) পাচননালী বিভক্ত হয়ে নালিকাতন্ত্র গঠন করে ; পাচননালী **স্টোমোডিয়াম** (Stomodaeum) মাধ্যমে উন্মুক্ত হয়।

উদাহরণ : হর্মিফোরা (*Hormiphora*), বেরো (*Beroe*), প্লিউরোব্রাকিয়া (*Pleurobrachia*)।

[ইদানিং সিলেনটারেটা (Coelenterata) পর্বকে ভেঙ্গে সঙ্গত কারণেই পর্ব নিডারিয়া ও পর্ব টিনোফোরা গঠন করা হয়েছে। উপরে উভয় পর্বের বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করলে দেখা যায়, প্রধানতঃ দেহ-প্রাকার দুই স্তর না তিন স্তর ; দেহত্বকে নিডোব্লাষ্ট আছে কি নেই প্রধানত তার উপর নির্ভর করে নতুন দুটি পর্ব সৃষ্টি হয়েছে।]

5. **পর্ব প্ল্যাটিহেলমিনথিস** বা **চ্যাপ্টাকৃমি** [Phylum Platyhelminthes ; গ্রীক, *platys* = চ্যাপ্টা + *helminthes* = কৃমি] [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 10,000]

পর্ব টির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) **দেহ ফিতার মতো লম্বা**—উপর নীচে ক্রমশঃ চ্যাপ্টা।

(2) দেহ সমদ্বিপার্শ্বীয়।

(3) অধিকাংশই **পরজীবী**, অল্পসংখ্যকই **স্বাধীনজীবী। চোষক** (Sucker) বা **হুক** (Hook) দ্বারা পোষকের দেহে সংলগ্ন থাকে।

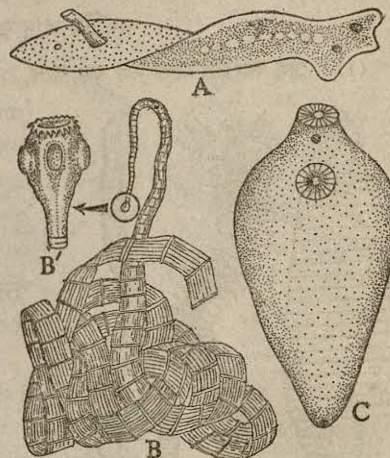
(5) **পৌষ্টিকতন্ত্র অসম্পূর্ণ**। মুখ আছে কিন্তু পায়ুছিদ্র নেই।

(6) খাদ্যনালী ও দেহ-প্রাকারের মধ্যে **দেহগহ্বর** বা **সিলোম** নেই।

(7) **ফ্লেমকোষ** (Flame cell) দ্বারা রেচন কার্য চলে।

(8) **উভলিঙ্গ প্রাণী**।

উদাহরণ : টিনিয়া সোলিয়ম (*Taenia solium*), প্ল্যানেরিয়া (*Planeria*), যকৃৎকৃমি বা লিভারফ্লুক (*Fasciola hepatica* or Liverfluke),



চিত্র : 10.5 প্ল্যাটিহেলমিনথিস পর্বভুক্ত প্রাণী
A—প্ল্যানেরিয়া ; B—টিনিয়া সোলিয়ম ;
C—যকৃৎ কৃমি

6. পর্ব নিমাট্‌হেলমিনথিস বা **গোলকৃমি** (Phylum Nemathleminthes) ; গ্রীক nemotos = সূতা + helminthos = কৃমি) ঃ

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 12,000]

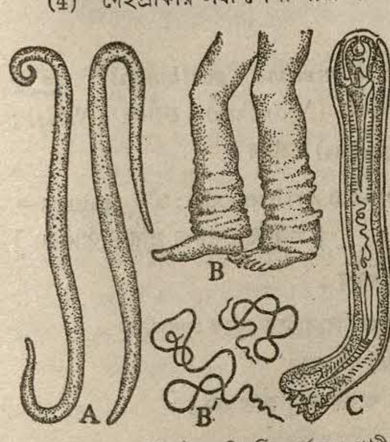
পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) নরম নলাকার **দেহের দু'প্রান্তই ক্রমশঃ সরু**।

(2) দেহ খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত নয়।

(3) দেহ সমদ্বিপার্শ্বীয়।

(4) দেহপ্রাকার লম্বা পেশী দ্বারা গঠিত এবং স্থূল কিউটিকল দ্বারা আবৃত। দেহকোষ যথারীতি **তিনস্তরে** বিন্যস্ত।



চিত্র : 10.6 নিমাটিহেলমিনথিস পর্বভুক্ত প্রাণী
A—অ্যাসকারিস; B—গোদাক্রান্ত পা ;
B′—গোদাকৃমি ; C—হুকওয়ার্ম

(5) সিলোম নেই—দেহের অন্তর্বর্তী স্থানকে **সিউডোসিল** (Pseudocoel) বলে।

(6) **পৌষ্টিকতন্ত্র অসম্পূর্ণ** থাকলেও মুখ ও পায়ুছিদ্র বর্তমান।

(7) মানুষ বা অন্য পশুর উদরে বাস করে।

(8) **অধিকাংশই পরজীবী**—অল্পসংখ্যক **স্বাধীনজীবী**।

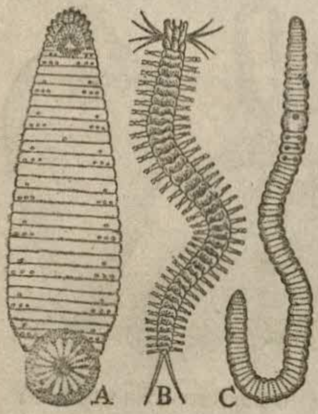
(9) পুরুষ ও স্ত্রীর মধ্যে প্রভেদ আছে।

উদাহরণ ঃ গোলকৃমি বা অ্যাসকারিস (*Ascaris* ; গোদকৃমি বা ফাইলেরিয়া ওয়ার্ম (Filaria worm or *Wuchereria bancrofti*) ; হুকওয়ার্ম (Hookworm or *Anchylostoma duodenale*) ইত্যাদি।

7. **পর্ব আনেলিডা** বা **অঙ্গুরীমাল** (Phylum Annelida ; ল্যাটিন annulus = আংটি + lidos = আকৃতি) ঃ [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 9,000]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) দেহ আংটির মতো খণ্ড খণ্ড অংশ, অর্থাৎ **সোমাইট** (Somite) বা **মেটামিয়ার** (metamere) দ্বারা গঠিত। খণ্ডগুলি ভিতরে ও বাইরে সমান সুস্পষ্ট।



চিত্র ঃ 10.7 আনেলিডা পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—জোঁক ; B—নেরিস ; C—কেঁচো ;

(2) দেহ সমদ্বিপার্শ্বীয়।

(3) দেহত্বক **কিউটিকল** দ্বারা আবৃত।

(4) দেহত্বকস্থ **সিটা** (Seta) বা **প্যারাপোডিয়া** (Parapodia) দ্বারা চলাচল করে।

(5) **পৌষ্টিকনালী সম্পূর্ণ**—অর্থাৎ মুখ ও পায়ুছিদ্র বর্তমান।

(6) বদ্ধ রক্তনালীর মাধ্যমে দেহের রক্ত চলাচল করে।

(7) প্রতি দেহখণ্ডে বিন্যস্ত **নেফ্রিডিয়া** (nephridia) দ্বারা রেচনকার্য সম্পন্ন হয়।

(8) ত্বকের মাধ্যমেই শ্বসন চলে।

(9) দুটি সেরিব্রাল **নার্ভ গ্যাংলিয়া** ও প্রতি খণ্ডে **গ্যাংলিয়াযুক্ত একজোড়া নার্ভরজ্জু** দ্বারা নার্ভতন্ত্র গঠিত।

(10) উভলিঙ্গ প্রাণী।

উদাহরণ ঃ কেঁচো (Earthworm or *Pheretima posthuma*) ; জোঁক (Leech বা *Hirudo medicinalis*) ; নিয়ানথিস (*Neanthes*) ; নেরিস (*Neris*) ; টেরিবেলা (*Teribela*) ; কিটপটেরাস (*Chaetopterus*) ইত্যাদি।

8. **পর্ব আর্থ্রোপডা** বা **সন্ধিপদী** (Phylum Arthropoda ; গ্রীক arthros = সন্ধি + podos = পদ) ঃ [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 9,23000]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) দেহ সমদ্বিপার্শ্বীয় ও **বহুখণ্ডযুক্ত**। খণ্ডগুলি বাইরে থেকে সুস্পষ্ট।

(2) **জোড়া পদ বা উপাঙ্গ** (appandage) বর্তমান।

(3) প্রতিটি পদ বা উপাঙ্গ নির্দিষ্ট কতকগুলি খণ্ডের সংযুক্তিতে গঠিত।

(4) দেহ **মস্তক, বক্ষ, উদরে** বিভক্ত।

(5) দেহ **কিউটিকল** দ্বারা আবৃত।

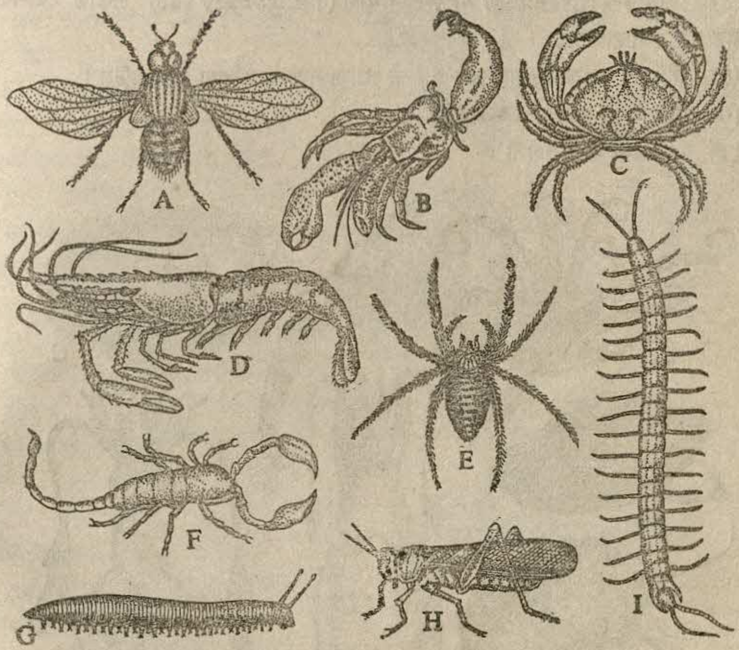
(6) **পৌষ্টিকনালী সম্পূর্ণ**, মুখ কতকগুলি উপাঙ্গ দ্বারা আবৃত থাকে।

(7) সংক্ষিপ্ত দেহগহ্বর **হিমোসিল** (Haemocoel) হিসাবে কাজ করে।

(8) **নির্মোচন ও একডাইসিস** (Moulting or Ecdysis) প্রথায় খোলক ত্যাগ করে।

(9) পৌষ্টিকনালীর পৃষ্ঠদেশে হৃৎপিণ্ড অবস্থিত।

(10) অধিকাংশ প্রাণীর চোখ **পুঞ্জাক্ষি**।



চিত্র : 10.8 আর্থ্রোপডা পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—মাছি ; B—হারমিট ক্র্যাব ; C—কাঁকড়া ; D—চিংড়ি ; E—মাকড়শা ; F—কাঁকড়া বিছা ; G—পেরিপেটস ; H—পঙ্গপাল ; I—বিছা

(11) দেহের অগ্রপ্রান্তে পৃষ্ঠদেশে মস্তিষ্ক অবস্থিত। প্রতিখণ্ডে একটি মিলিত গ্যাংলিয়াযুক্ত নিরেট অঙ্কীয় নার্ভরজ্জু দ্বারা নার্ভতন্ত্র গঠিত।

উদাহরণ : গলদা চিংড়ি (Prawn or *Macrobrachium*), মাছি (Fly or *Musca*), মাকড়শা (Spider or *Nephila*), হারমিট ক্র্যাব (Hermit Crab), কাঁকড়া (Crab or *Cancer*), পঙ্গপাল (*Locusta*), কাঁকড়াবিছা (Scorpion or *Buthus*), বিছা (Centiped or *Scolopendra*), পেরিপেটস (*Peripatus*) ইত্যাদি।

9. **পর্ব মলাস্কা** বা কম্বোজ (Phylum Mollusca : ল্যাটিন mollusca = নরম) : [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 10, 000]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) সমদ্বিপার্শ্বীয় **দেহ খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত**।

(2) **ম্যানটল্** (Mantle) নামে পুরু পেশীর ভাঁজে নরম দেহযন্ত্রসমূহ আবৃত থাকে।

(3) দেহের বাইরে শক্ত **খোলক** (Shell)-এর আবরণ থাকে।

(4) অঙ্কদেশের **মাংসল পদ** (Muscular foot) গমনাগমনে সাহায্য করে।

(5) ঝিনুক ব্যতীত অধিকাংশ প্রাণীর মুখগহ্বরকে ঘিরে কর্ষিকা থাকে।

(6) **পৌষ্টিকতন্ত্র সম্পূর্ণ ও কুণ্ডলীকৃত।**

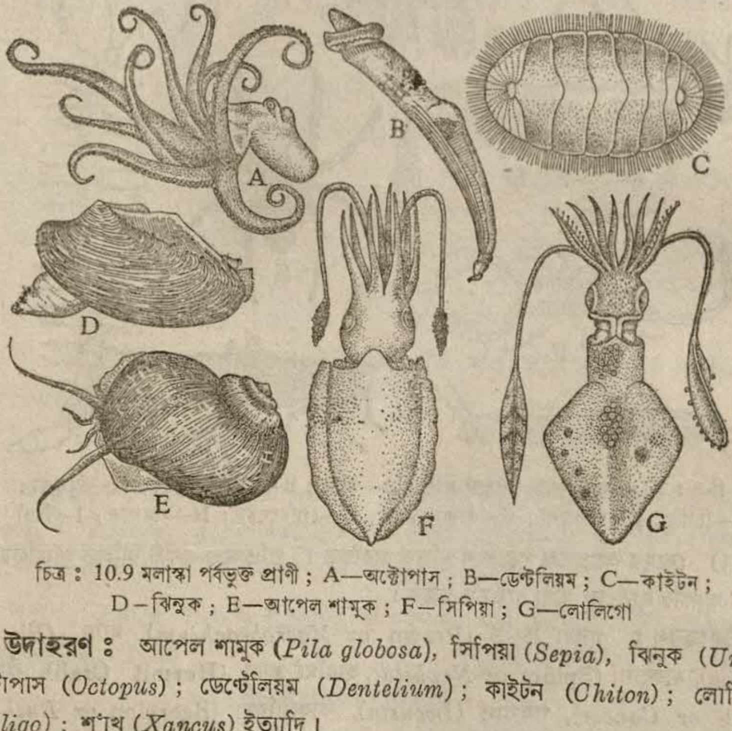
(7) সিলোম সংক্ষিপ্ত।

(8) টেনিডিয়া (Ctenidia) বা ফুসফুস থলি (Pulmonary sac) প্রভৃতি বৈশিষ্ট্য-পূর্ণ অঙ্গ শ্বসনে সাহায্য করে।

(9) নার্ভতন্ত্র কতকগুলি নার্ভরজ্জু ও তিন জোড়া নার্ভ-গ্যাংলিয়া দ্বারা গঠিত।

(10) অধিকাংশ মলাস্কা একলিঙ্গ।

(11) স্থলবাসী বা জলবাসী।



চিত্র : 10.9 মলাস্কা পর্বভুক্ত প্রাণী ; A—অক্টোপাস ; B—ডেন্টলিয়ম ; C—কাইটন ; D—ঝিনুক ; E—আপেল শামুক ; F—সিপিয়া ; G—লোলিগো

উদাহরণ : আপেল শামুক (*Pila globosa*), সিপিয়া (*Sepia*), ঝিনুক (*Unio*), অক্টোপাস (*Octopus*) ; ডেন্টেলিয়ম (*Dentelium*) ; কাইটন (*Chiton*) ; লোলিগো (*Loligo*) ; শাঁখ (*Xancus*) ইত্যাদি।

10. **পর্ব একাইনোডার্মাটা** বা **কণ্টকত্বক** (Phylum Echinodermata ; গ্রীক echinos = কণ্টক + dermotos = ত্বক) : [প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 5,500]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য :

(1) **সমস্ত প্রাণীই সমুদ্রবাসী।**

(2) দেহ অরীয়সুষম বা সমদ্বিপার্শ্বীয়।

(3) অরীয় দেহ **পাঁচটি আন্তর-অরীয় অঞ্চলে** বিভেদিত।

(4) সুনির্দিষ্ট মস্তক বা দেহের অন্তবর্তী অংশ নেই—দেহও খণ্ডিত নয়।

(5) দেহত্বক গুটি (wart) বা চুনাপাথরময় কণ্টকে আচ্ছাদিত।

(6) দেহগহ্বর বড় ও সুস্পষ্ট।

(7) নালীপদ (Tube foot) নামে এক বৈশিষ্ট্যপূর্ণ অঙ্গ চলাচলে সাহায্য করে।

(8) নার্ভতন্ত্র অপরিণত।

(9) অধিকাংশের দেহে কোন সুনির্দিষ্ট রেচনতন্ত্র বা শ্বসনতন্ত্র নেই।

(10) পৌষ্টিকনালী অন্তর্বর্তী অংশকে ঘিরে থাকা থলির মতো **অঙ্গুরীনালী** (Ring vessel) থেকে উৎপন্ন পাঁচটি **অরীয়নালী** (Radial canals) সম্মিলিত ভাবে **জলনালী তন্ত্র** (Water vascular system) গঠন করে।

(11) অধিকাংশ প্রাণীই একলিঙ্গ। তবে বাইরে থেকে পুরুষ ও স্ত্রী চেনা কষ্টকর।

উদাহরণ ঃ তারামাছ (Star-fish or *Asterias*); সমুদ্র শশা (Sea-cucumber or *Holothuria*); সমুদ্র লিলি (Sea-lily) বা অ্যান্টেডন (*Antedon*); সমুদ্র আরচিন (*Echinus*); ডায়াডেমা (*Diadema*) ইত্যাদি।



চিত্র : 10.10 একাইনোডার্মাটা পর্বভুক্তপ্রাণী ; A—সমুদ্র লিলি ; B—সমুদ্র আরচিন ; C—সমুদ্র শশা ; D—তারামাছ

11. **পর্ব কর্ডাটা** (Phylum Chordata ; গ্রীক *chorde* = দড়ি)

[প্রজাতির সংখ্যা 45,000]

পর্বটির সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) জীবনের কোন না কোন অবস্থায় পৃষ্ঠদেশে মধ্যরেখা বরাবর **নোটোকর্ড** (Notochord ; *noton* = পশ্চাৎ + *chorde* = সূত্র) থাকে।

(2) উন্নত কর্ডাটার দেহে **মেরুদণ্ড বর্তমান**।

(3) দেহে পৃষ্ঠদেশ বরাবর একটি **ফাঁপা নার্ভসূত্র** (Dorsal hollow nerve cord) বর্তমান। ফাঁপা স্থানটি স্নায়ুরস (Spinal fluid) দ্বারা পূর্ণ থাকে।

(4) দেহ সমদ্বিপার্শ্বীয়।

(5) দেহের মধ্যে একটি **সুস্পষ্ট দেহগহ্বর** থাকে।

(6) অন্ততঃ ভ্রূণাবস্থাতেও গলবিলের দু'পাশে **গলবিলীয় ফুলকা ছিদ্র** (Pharyngeal gill slit) বর্তমান।

(7) দেহের কাঠামো **অন্তঃকঙ্কাল** দ্বারা গঠিত।

(8) **রক্তসংবহনতন্ত্র বদ্ধ**।

(9) জীবনের কোন না কোন অবস্থায় **লেজ থাকে**।

(10) সাধারণত **সরলাক্ষির** অধিকারী।

10.3. কর্ডাটা পর্বের শ্রেণীবিভাগ [Classification of Chordata]

পর্ব কর্ডাটা

- 1. উপপর্ব হেমিকর্ডাটা*
  - (i) শ্রেণী অ্যাসিডিয়াসিয়া
- 2. উপপর্ব ইউরোকর্ডাটা
  - (ii) শ্রেণী থ্যালিয়াসিয়া
- 3. উপপর্ব কেফালোকর্ডাটা
  - শ্রেণী কেফালোকর্ডাটা
  - (iii) শ্রেণী লার্ভেসিয়া

←——আক্রেনিয়াটা——→ (Acraniata)

- 4. উপপর্ব ভার্টিব্রাটা (ক্রেনিয়াটা) (Craniata)
  - A. অধিশ্রেণী আনাথা
    - (i) শ্রেণী সাইক্লোস্টোমা
  - B. অধিশ্রেণী ন্যাথোস্টোমাটা
    - (i) শ্রেণী কনড্রিকথিস
    - (ii) শ্রেণী হোলোকেফালী
    - (iii) শ্রেণী টিলিঅসটমি
    - (iv) শ্রেণী ডিপনোই
    - (v) শ্রেণী অ্যাম্ফিবিয়া
    - (vi) শ্রেণী রেপটিলিয়া
    - (vii) শ্রেণী আভিস
    - (viii) শ্রেণী মামেলিয়া

[**বি. দ্র :** নোটোকর্ডবাহী কর্ডাটা পর্বভুক্ত প্রাণীগুলিকে প্রধান চারটি ভাগে ভাগ করা হলেও উপপর্ব ভার্টিব্রাটার অন্তর্গত প্রাণীদেরই কেবল **মেরুদণ্ডী** (Vertebral column) থাকে অর্থাৎ এরা মেরুদণ্ডী প্রাণী। মেরুদণ্ডী প্রাণীর মস্তিষ্ক অস্থি বা তরুণাস্থি নির্মিত **করোটি** বা **ক্রেনিয়ম** (Cranium)-এর মধ্যে সুরক্ষিত থাকে। তাই উপপর্ব ভার্টিব্রাটাকে ক্রেনিয়াটাও বলা হয়। অন্য উপপর্বভুক্ত প্রাণীদের মেরুদণ্ড না থাকায় তাদের **প্রোটোকর্ডাটা** (Protochordata) বা **অমেরুদণ্ডী কর্ডাটা** (Invertebrate chordata) বলে। তাছাড়া ভার্টিব্রাটা প্রাণীদের মস্তিষ্কের মতো এদের মস্তিষ্ক করোটি বা ক্রেনিয়মের মধ্যে সুরক্ষিত নয় বলে এদের **আক্রেনিয়াটা** (Acraniata) বলা হয়। প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য অমেরুদণ্ডী প্রাণী ও অমেরুদণ্ডী কর্ডাটা প্রাণী কখনই এক নয়। তাই **সমস্ত মেরুদণ্ডী প্রাণী কর্ডেট হলেও সমস্ত কর্ডেট মেরুদণ্ডী নয়** (All vertebrates are chordates but all chordates are not vertebrates.)]

* হেমিকর্ডাটাকে কর্ডাটা পর্বভুক্ত করায় অনেক বিজ্ঞানীর আপত্তি আছে। কেননা তাঁদের মতে নোটোকর্ডের উপস্থিতিই যদি কর্ডাটা পর্বভুক্তির অন্যতম কারণ হয় তবে হেমিকর্ডাটার নোটোকর্ড অন্যান্য কর্ডাটা প্রাণীর নোটোকর্ডের সমসংস্থ অঙ্গ (Homologous organ) নয়। এটি মুখবিবরের বর্ধিত গর্ত (buccal diverticulum)। তাই দ্বিধাগ্রস্থভাবে হেমিকর্ডাটাকে অনেকেই অমেরুদণ্ডী ও মেরুদণ্ডীর মধ্যবর্তী পর্ব হিসাবে গণ্য করার পক্ষপাতি।

1. **উপপর্ব হেমিকর্ডাটা** (Subphylum Hemichordata) :

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 80]

বৈশিষ্ট্য :

(1) সামুদ্রিক—বালির গর্তে এককভাবে বা কলোনি করে বাস করে।

(2) দেহের তিনটি অংশ—**প্রোবোসিস** (Proboscis), **কলার** (Collar) ও **দেহকাণ্ড** (Trunk)।

(3) সিলোম তিনভাগে বিভক্ত।

(4) দেহের অগ্রভাগে সীমাবদ্ধ ফাঁপা সংক্ষিপ্ত নোটোকর্ড (?) থাকে।

(5) জীবনচক্রে টরনেরিয়া (Tornaria) লার্ভা দশা বিদ্যমান।

উদাহরণ : ব্যালানোগ্লসাস (*Balanoglossus*) [চিত্র : 10.11(A)], স্যাকোগ্লসাস (*Socoglossus*), কেফালোডিস্কাস (*Cephalodiscus*), গ্ল্যাণ্ডিসেপস (*Glandiceps*) ইত্যাদি।

2. **উপপর্ব ইউরোকর্ডাটা** (Subphylum Urochordata) :

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায়—2,000]

বৈশিষ্ট্য :

(1) লার্ভাদশায় লেজের দিকে সীমাবদ্ধ **নোটোকর্ড, পূর্ণাঙ্গ দশায় বিলুপ্ত হয়।**

(2) পূর্ণাঙ্গ প্রাণী দেখতে **থলির মতো** এবং কিউটিকল দ্বারা আবৃত।

(3) লার্ভা দেখতে ব্যাঙাচির মতো—তাই একে **অ্যাসিডিয়ান ট্যাডপোল** (Ascidian tadpole) বলা হয়।

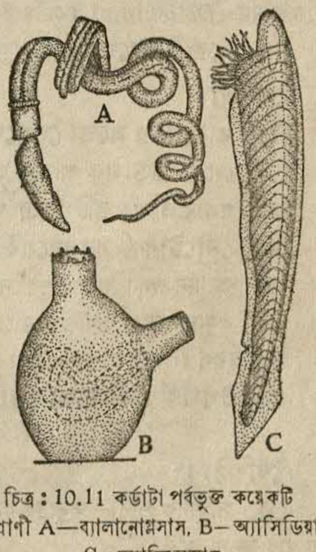
(4) দেহে দুটি ছিদ্রের একটি **মুখছিদ্র** ও অন্যটি **অ্যাট্রিওপোর** (atriopore)।

(5) **গলবিল প্রশস্থ ও অসংখ্য ছিদ্রযুক্ত।**

(6) উভলিঙ্গ—যৌন ও অযৌন প্রক্রিয়ায় জনন সম্পাদন করে।

(7) সামুদ্রিক প্রাণী।

(8) জন্মাবার পর চলাফেরা করার ক্ষমতা থাকলেও পরে সেই ক্ষমতা লোপ পায়। সেজন্য **এরা কোন বস্তুর সঙ্গে আটকে থাকে বা স্বাধীনভাবে ভেসে বেড়ায়।** ইউরোকর্ডাটা তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত :



চিত্র : 10.11 কর্ডাটা পর্বভুক্ত কয়েকটি প্রাণী A—ব্যালানোগ্লসাস, B—অ্যাসিডিয়া C—অ্যাম্ফিঅক্সাস

(i) **শ্রেণী অ্যাসিডিয়াসিয়া** (Class Ascidiacia) বা **টিউনিকাটা** (Tunicata) :

বৈশিষ্ট্য :

(1) **থলির মতো** দেখতে।

(2) **টিউনিক দেহের স্থায়ী আচ্ছাদন** রচনা করে।

(3) **দেহপেশী বৃত্তাকার** নয়।

(4) **গলবিল অসংখ্য ছিদ্রযুক্ত**।

(5) একাকী বা কলোনী করে বাস করে।

(6) জীবনচক্রে সুস্পষ্ট রূপান্তর লক্ষ্য করা যায়।

উদাহরণ : অ্যাসিডিয়া (*Ascidia*) [(চিত্র : 10.11(B)], সিন্থিয়া (*Cynthia*), সিওনা (*Ciona*), মলগুলা (*Molgula*) ইত্যাদি।

(ii) **শ্রেণী থ্যালিয়াসিয়া** (Class Thaliacea) :

বৈশিষ্ট্য :

(1) **টিউনিক** দেহের স্থায়ী আচ্ছাদন গঠন করে।

(2) **দেহপেশী অসম্পূর্ণ বা সম্পূর্ণভাবে বৃত্তাকার**।

(3) **গলবিলে দুটি বড় বা অনেকগুলি ছোট ছোট ছিদ্র থাকে**।

(4) একাকী বা কলোনী করে বাস করে।

(5) জীবনচক্রে **লার্ভা দশা থাকতে পারে** বা **নাও থাকতে পারে**।

উদাহরণ : ডোলিওলম (*Doliolum*), সালপা (*Salpa*), পাইরোসোমা (*Pyrosoma*), ডলিচিনিয়া (*Dolichinia*) ইত্যাদি।

(iii) **শ্রেণী লার্ভেসিয়া** (Class Larvacea) :

বৈশিষ্ট্য :

(1) **ব্যাঙাচির মতো দেখতে**।

(2) দেহের **টিউনিক** আবরণ অস্থায়ী।

(3) গলবিলে মাত্র **দুটি ছিদ্র থাকে**।

(4) **নোটোকর্ড সবসময়েই থাকে**—এবং এটির **নার্ভতন্ত্র উন্নত ধরনের**।

(5) অযৌন জনন বা রূপান্তর নেই।

(6) সমুদ্রের জলে স্বাধীনভাবে ভেসে বেড়ায়।

উদাহরণ : অ্যাপেণ্ডিকুলেরিয়া (*Appendicularia*), ওইকোপ্লিউরা (*Oikopleura*)।

3. **উপপর্ব কেফালোকর্ডাটা** (Subphylum Cephalochordata) :

[প্রজাতির সংখ্যা প্রায় 20]

বৈশিষ্ট্য :

(1) সামুদ্রিক প্রাণী—সমুদ্রের ধারে বালির গর্তে বাস করে। গর্ত থেকে মুখ বার করে খাদ্যের সন্ধান করে।

(2) মাছের মতো দেখতে হলেও এদের দেহে একটিমাত্র পাখনা থাকে। পাখনাটি পিঠ থেকে লেজ পর্যন্ত বিস্তৃত।

(3) দেহ স্বচ্ছ—বল্লমের ফলার মতো।

(4) নোটোকর্ড মাথা থেকে লেজ পর্যন্ত বিস্তৃত।

(5) গলবিলীয় ছিদ্র বর্তমান।

(6) মাংসপেশী 'V' আকারে খণ্ডে খণ্ডে সাজান থাকে।

উদাহরণ : অ্যাম্ফিঅক্সাস (*Amphioxus*) [চিত্র : 10.11(C)], অ্যাসিমেট্রন (*Asymmetron*)।

4. **উপপর্ব ভার্টিব্রাটা** (Subphylum Vertebrata) বা **ক্রেনিয়াটা** (Craniata)।

বৈশিষ্ট্য :

(1) লার্ভায় নোটোকর্ড থাকলেও পূর্ণাঙ্গ প্রাণিদেহে সেই **নোটোকর্ড মেরুদণ্ডে রূপান্তরিত হয়।**

(2) **সুস্পষ্ট মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ড বর্তমান।**

(3) **করোটির** (Cranium) মধ্যে মস্তিষ্ক সুরক্ষিত।

(4) **রক্ত সংবহনতন্ত্র বদ্ধ। হৃৎপিণ্ড দুই, তিন বা চার প্রকোষ্ঠযুক্ত।**

(5) রক্তকণিকায় হিমোগ্লোবিন বর্তমান।

(6) **ফুলকা বা ফুসফুস শ্বাসঅঙ্গ।**

(7) একজোড়া বৃক্ক রেচন অঙ্গ।

(8) মস্তিষ্ক থেকে দশ-বারো জোড়া নার্ভ নির্গত হয়।

(9) একলিঙ্গ।

A. **অধিশ্রেণী আনাথা** (Superclass Agnatha ; a – বিহীন + gathos = চোয়াল)

বৈশিষ্ট্য :

(1) **চোয়ালবিহীন ও আঁশহীন প্রাণী।**

(2) অনুষ্ণশোণিত প্রাণী।

(3) মাছের মতো প্রাণী, কিন্তু **জোড় পাখনা থাকে না।**

(4) **শ্রেণী সাইক্লোস্টোমা** (Class Cyclostoma) **:**

বৈশিষ্ট্য :

(1) **বান মাছের মতো লম্বাটে দেহ।**

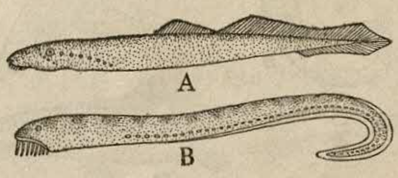
(2) **আঁশ নেই।**

(3) বিজোড় পাখনা আছে। জোড় পাখনা নেই।

(4) **মুখছিদ্র বৃত্তাকার** ও নাসারন্ধ্র মাত্র একটি।

(5) **অন্তঃকঙ্কাল তরুণাস্থি** দ্বারা গঠিত।

(6) **ফুলকাছিদ্রের সংখ্যা** ছয় থেকে চোদ্দ।



চিত্র : 10.12 সাইক্লোস্টোমা শ্রেণীভুক্ত প্রাণী
A—ল্যামপ্রে ও ; B—হ্যাগফিস

(7) হৃৎপিণ্ডে **একটি নিলয় ও একটি অলিন্দ** বর্তমান।

(8) **নালীবিহীন একটি জনন অঙ্গ।**

(9) লার্ভা দশাটির নাম **অ্যামোসিটিস** (Ammocoetes)।

উদাহরণ ঃ হ্যাগফিস (*Hagfish*) ; ল্যামপ্রে (*Lamprey*) (চিত্র ঃ 10.12)।

B. **অধিশ্রেণী ন্যাথোস্টোমাটা** (Superclass Gnathostomata)

বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) **চোয়ালযুক্ত প্রাণী**।

(2) **আঁশ থাকে**।

(3) অনুষ্ণ বা উষ্ণশোণিত প্রাণী ঃ

(4) দেহে **জোড়া পাখনা** বা **জোড়া প্রত্যঙ্গ বর্তমান**।

(i) **শ্রেণী কনড্রিকথিস** (Class Chondricthyes) বা **ইলাসমোব্রাঙ্কি** (Elasmobranchii)।

বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) দেহ ছোট ছোট **প্ল্যাকয়েড আঁশ** দ্বারা আবৃত।

(2) **মুখছিদ্র মস্তকের অঙ্কদেশে** অবস্থিত।

(3) **অন্তঃকঙ্কাল তরুণাস্থি** দ্বারা গঠিত।

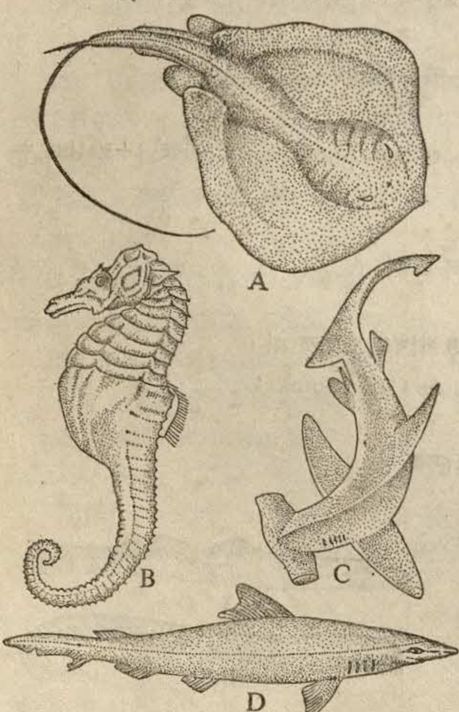
(4) 5-7 **জোড়া ফুলকা-ছিদ্র সরাসরি বাইরে উন্মুক্ত, কানকোয় ঢাকা** নয়।

(5) জোড় বা বিজোড় পাখনা বর্তমান।

(6) একলিঙ্গ প্রাণী।

(7) **সকলেই সামুদ্রিক**।

উদাহরণ ঃ হাঙর বা স্কোলিওডন (*Scoliodon*) ; হাতুরীমাথা হাঙর বা স্ফীরনা (*Sphyrna*) ; করাত মাছ বা প্রিসটিস (*Pristis*) ; গিটার মাছ বা রাইনোবেটিস (*Rhinobates*) ; ইলেকট্রিক রে (Electric ray) ; টরপেডো (*Torpedo*)।



চিত্র : 10.13 কনড্রিকথিস (A, C ও D) ও টিলিওষ্টমি (B) শ্রেণীভুক্ত কয়েকটি প্রাণী ; D—হাঙর ; C—হাতুরীমাথা হাঙর ; A—ইলেকট্রিক রে ; B—সমুদ্র অশ্ব

(ii) **শ্রেণী হোলোকেফালী** (Class Holocephalii)।

বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) সামুদ্রিক।

(2) **ত্বকের অধিকাংশ নগ্ন**—বাকি অংশ প্ল্যাকয়েড আঁশে ঢাকা।

(3) মুখছিদ্র ছোট—**চোয়ালে দাঁত নেই**। সেগুলি পরিবর্তিত হয়ে **শক্ত প্লেট** গঠন করে।

(4) কানকো দিয়ে ঢাকা **চার জোড়া ফুলকাছিদ্র** বর্তমান।

(5) মেরুদণ্ডের **কশেরুকা অনুন্নত** হওয়ায় **নোটোকর্ড অপরিবর্তিত** থাকে।

(6) **লেজ লম্বাটে** —সরু চাবুকের মতো।

(7) পায়ু ও জননছিদ্র পৃথক—অবসারণী ছিদ্র নেই।

উদাহরণ : কাইমেরা (*Chimaera*), হ্যারিওট্টা (*Harriotta*)।

(iii) **শ্রেণী টিলিঅসটমি** (Class Teleostomi) :

বৈশিষ্ট্য :

(1) উন্নত মানের মাছ। সমুদ্র বা মিঠাজলে বাস করে।

(2) দেহ **সাইক্লয়েড** (Cycloid), **টেনয়েড** (Ctenoid) বা **গ্যানয়েড** (Ganoid) **আঁশে আবৃত**। দেহত্বকে **শ্লৈষ্মিক গ্রন্থি** (mucous glands) বর্তমান।

(3) **অন্তঃকঙ্কাল প্রধানত অস্থি** দ্বারা গঠিত।

(4) অস্থিময় ফিনরে দ্বারা **জোড় ও বিজোর পাখনা** গঠিত।

(5) **মুখছিদ্র দেহের অগ্রপ্রান্তে অবস্থিত**।

(6) **চোয়ালে দাঁত থাকে**।

(7) প্রতিপার্শ্বে চার জোড়া ফুলকা ফুলকাপ্রকোষ্ঠ এবং কানকোয় রক্ষিত।

(8) **সাধারণত পটকা থাকে**।

উদাহরণ : রুই (*Labeo rohita*) ; কাতলা (*Catla catla*), মৃগেল (*Cirrhina mrigala*) ; ইলিশ (*Hilsa ilisha*) ; ভেটকি (*Lates calcarifer*) ; ল্যাটা (*Channa punctatus*) ; কৈ (*Anabas testudineus*) ; সিঙি (*Heteropneutes fossilis*) ; মাগুর (*Clarias batrachus*) ; তিলাপিয়া (*Tilapia*) ; উড়ুক্কু মাছ (*Exocoetus*) ; সমুদ্রঅশ্ব (*Hippocampus*) (চিত্র : 10.13B) ইত্যাদি।

(iv) **শ্রেণী ডিপনোই** (Class Depnoi) [মাত্র তিনটি জীবিত গণ দ্বারা গঠিত]

বৈশিষ্ট্য :

(1) **অস্থির্নির্মিত অন্তঃকঙ্কালযুক্ত মাছ। টিলিঅসটমি ও অ্যাম্ফিবিয়ার মধ্যবর্তী শ্রেণীভুক্ত প্রাণী**।

(2) ত্বক **সাইক্লয়েড আঁশে** ঢাকা।

(3) **জোড় পাখনা মাংসল**।

(4) **পটকা ফুসফুসে রূপান্তরিত**।

উদাহরণ : দক্ষিণ আমেরিকার লেপিডোসাইরেন (*Lepidosiren*) ; আফ্রিকার প্রাটোপটেরস (*Protopterus*), অস্ট্রেলিয়ার নিয়োসেরাটোডস (*Neoceratodus*) ইত্যাদি।

(v) **শ্রেণী আম্ফিবিয়া** (Class Amphibia) :

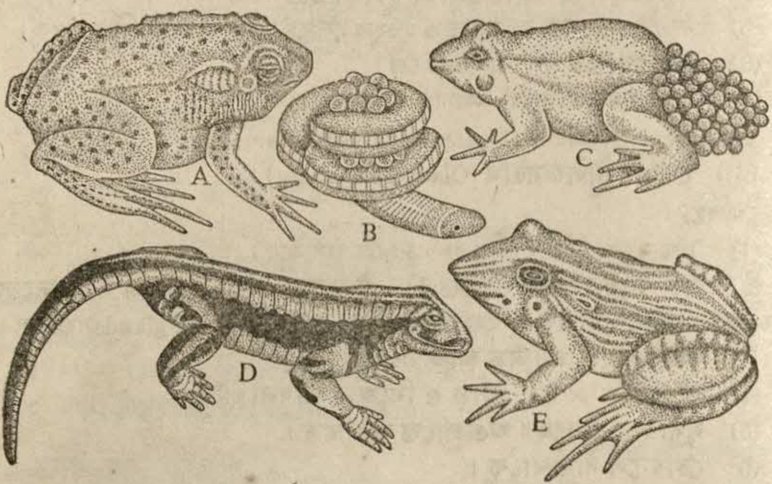
বৈশিষ্ট্য :

(1) জীবনের কোন না কোন সময় **জলে ও স্থলে উভয় পরিবেশেই বসবাসকারী প্রাণী**।

(2) অপরিণত অবস্থায় **জলে ফুলকার সাহায্যে** এবং পরিণত দশায় স্থলে ফুসফুসের সাহায্যে শ্বসন চালায়।

(3) চামড়া শক্ত, **বহিঃস্তকীয় আঁশ নেই**।

(4) **হৃৎপিণ্ড তিনটি কক্ষ যুক্ত**—দুটি অলিন্দ ও একটি নিলয়।



চিত্র : 10.14 অ্যাম্ফিবিয়া শ্রেণীভুক্ত প্রাণী ; A—কোলাব্যাঙ ; B - ইকথিওফিস ; C—অ্যালাইটিস ; D—সালামাণ্ডার ; E—সোনা ব্যাঙ



চিত্র : 10.15 রেপটিলিয়া শ্রেণীভুক্ত প্রাণী
A—কুমীর ; B—উড়ন্ত টিকটিকি ; C—কচ্ছপ

উদাহরণ : কুনোব্যাঙ (*Bufo melanostictus*) ; সোনাব্যাঙ (*Rana tigrina*) ; গেছো ব্যাঙ (*Rhacophorus*) ; সালামাণ্ডার (*Salamander*) ; অ্যালাইটিস (*Alytes*) ; ইকথিওফিস (*Ichthyophis*)।

(vi) **শ্রেণী রেপটিলিয়া** (Class Reptilia) :

বৈশিষ্ট্য :

(1) শুষ্ক দেহত্বক **বহিঃত্বকীয় আঁশে** ঢাকা।

(2) **ফুসফুসের সাহায্যে শ্বসন** চলে।

(3) **হৃৎপিণ্ড তিন* কক্ষ** বিশিষ্ট।

(4) ডাঙায় **ডিম পাড়ে**।

(5) সাধারণত দু'জোড়া পায়ের **আঙুলে নখ বর্তমান**।

উদাহরণ : গিরগিটি (*Calotes vercicolor*) ; টিকটিকি (*Hemidactylus fluviviridis*) ; উড়ন্ত টিকটিকি

* ব্যতিক্রম—কুমিরের হৃৎপিণ্ড চার কক্ষযুক্ত।

(*Draco*) ; বহুরূপী বা ক্যামেলিয়ন (*Chamaeleon*) ; কুমীর (*Crocodilus*), কচ্ছপ (*Trionyx*) ; কেউটে সাপ (*Naja naja*) ; চন্দ্রবোড়া (*Vipera russellii*) ; ঢোঁড়া (*Natrin piscator*) ; লাউডগা (*Dryophis nasutus*) ইত্যাদি ।

(vii) **শ্রেণী আভিস** (Class Aves) ঃ

বৈশিষ্ট্য :

(1) **উষ্ণশোণিত প্রাণী।**

(2) **দেহ পালকে ঢাকা।**

(3) **অগ্রপদ ডানায় রূপান্তরিত।**

(4) চক্ষু আছে।

(5) মুখের **সামনে চঞ্চু** (Beak) **বর্তমান। চোয়ালে দাঁত নেই।**

(6) শ্বসন **অঙ্গ ফুসফুস ; ফুসফুস কতকগুলি বায়ুথলির সঙ্গে যুক্ত।**

(7) হৃৎপিণ্ড **তুটি অলিন্দ ও তুটি নিলয়ে** বিভক্ত।

(8) **ডিম পাড়ে।** ডিম শক্ত খোলকে ঢাকা থাকে।

উদাহরণ ঃ পায়রা (*Columba*) ; কাক (*Corvus*) ; ময়ূর (*Pavo*) ; চিল (*Milvus*) ; কোকিল (*Perdiculo*) ; বক (*Ardea*) ; সারস (*Grus*) ; পেঁচা (*Athene*) ; ইমিউ (*Emu*) ; উটপাখী (*Struthio*) ; পেঙ্গুইন (*Aptenodytes, Spheniscus*) ; কিউই (*Apteryx*) প্রভৃতি পাখী।



চিত্র : 10. 6 আভিস শ্রেণীভুক্ত প্রাণী ; A—উট-পাখী ; B—পেঙ্গুইন ; C—টিয়া ; D—কিউই

(viii) **শ্রেণী মামেলিয়া** (Class Mammalia)

বৈশিষ্ট্য ঃ

(1) **উষ্ণশোণিত ও চতুষ্পদী প্রাণী।**

(2) দেহ চুলে ঢাকা এবং **বহিঃকর্ণ** (পিনা) বর্তমান।

(3) **স্তন্যদুগ্ধে শিশুরা পালিত** হয়।

(4) **হৃৎপিণ্ড চারটি প্রকোষ্ঠে** বিভক্ত।

(5) **সরাসরি সন্তান প্রসব করে।**



চিত্র 10.17 মামেলিয়া শ্রেণীভুক্ত প্রাণী ; A—প্লাটিপস ; B—বাদুড় ; C—হনুমান ; D—তিমি; E—কাঙ্গারু

উদাহরণ ঃ মানুষ (*Homo sapiens*) ; বাঁদর (*Macaca*) ; বাদুড় (*Pteropus*) ; চামচিকা (*Pipistrellus*) ; গিনিপিগ (*Cavia*), খরগোস (*Oryctolagus*) ; ইঁদুর (*Rattus*) ; বাঘ (*Panthera tigris*) ; সিংহ (*Panthera leo*) ; ঘোড়া (*Equus*) ; চিতা (*Acinonyx*) ; হরিণ (*Axis*) ; গরিলা (*Gorilla*) ; প্লাটিপস (*Platipus*) ইত্যাদি।

10.4. মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডীর পার্থক্য [Differences between vertebrates and invertebrates]

অমেরুদণ্ডী	মেরুদণ্ডী
(1) দেহে নোটোকর্ড নেই। ব্যতিক্রম ঃ প্রোটোকর্ডাটা।	(1) জীবনের প্রথম অবস্থায় নোটোকর্ড থাকে, পরে সেটিই অস্থিময় মেরুদণ্ডে পরিণত হয়।
(2) দেহ এককোষী বা বহুকোষী।	(2) দেহ বহুকোষী।
(3) দেহ দ্বিত্বক বা ত্রিত্বকবিশিষ্ট।	(3) দেহ দ্বিত্বক বিশিষ্ট।
(4) দেহ পরিবর্তনশীল অরীয় সুষম (radially symmetrical) বা দ্বি-পার্শ্বীয় প্রতিসম (bilaterally symmetrical)।	(4) সর্বদা দ্বি-পার্শ্বীয় প্রতিসম।
(5) দেহ অখণ্ডিত বা কতকগুলি খণ্ডক দ্বারা গঠিত।	(5) দেহ মূলতঃ খণ্ডিত।

অমেরুদণ্ডী	মেরুদণ্ডী
(6) গমন-অঙ্গ বা পদের সংখ্যা দু'জোড়ার বেশী।	(6) গমন-অঙ্গ বা পদের সংখ্যা কখনও দু'জোড়ার বেশী নয়।
(7) চোখ থাকলে পুঞ্জাক্ষি হতে পারে।	(7) পুঞ্জাক্ষি নয়—সরলাক্ষি।
(8) দেহের কাঠামো বহিঃকঙ্কাল দ্বারা গঠিত। অন্তঃকঙ্কাল থাকলে সেটি কখনই তরুণাস্থি বা অস্থির দ্বারা গঠিত নয়।	(8) অন্তঃকঙ্কালের কাঠামো তরুণাস্থি ও অস্থি, কিংবা তরুণাস্থি বা অস্থি দ্বারা গঠিত।
(9) লেজ নেই।	(9) জীবনের কোন-না কোন দশায় লেজ থাকে। এমনকি ক্ষয়িষ্ণু অঙ্গরূপে লেজের অস্তিত্ব বিদ্যমান।
(10) মুখছিদ্র ও পায়ু দেহের পশ্চাৎ-প্রান্তে বা একই প্রান্তে কাছাকাছি অবস্থিত।	(10) উভয় অঙ্গ কখনই কাছাকাছি অবস্থিত নয়।
(11) পৌষ্টিক নালী থাকলে সেটি সম্পূর্ণ বা অসম্পূর্ণ।	(11) পৌষ্টিক নালী সর্বদাই সম্পূর্ণ।
(12) নাসারন্ধ্র নেই।	(12) নাসারন্ধ্র আছে।
(13) মস্তিষ্ক থাকলে তা অস্থিনির্মিত করোটি (cranium) দ্বারা ঢাকা থাকে না।	(13) মস্তিষ্ক সর্বদা বর্তমান এবং অস্থি-নির্মিত করোটি দ্বারা মস্তিষ্ক ঢাকা থাকে।
(14) হৃৎপিণ্ড থাকলে সেটি এবং প্রধান রক্তনালীসমূহ পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত।	(14) হৃৎপিণ্ড সর্বদা বর্তমান এবং তা অঙ্কদেশে অবস্থিত।
(15) রক্তসংবহনতন্ত্র সাধারণত মুক্ত। ব্যতিক্রম : কেঁচো।	(15) রক্তসংবহনতন্ত্র বদ্ধ।
(16) রক্ত লাল নয়। ব্যতিক্রম : কেঁচো ও কাইরোনোমস জাতীয় পতঙ্গের লার্ভা। এদের রক্তরসে হিমোগ্লোবিন থাকায় রক্ত লাল।	(16) লোহিত কণিকায় হিমোগ্লোবিন থাকায় রক্ত লাল।
(17) নির্দিষ্ট শ্বাস অঙ্গ থাকে বা থাকে না।	(17) নির্দিষ্ট শ্বাস অঙ্গ থাকে।
(18) গলবিলে ফুলকাছিদ্র থাকে না।	(18) জীবনের কোন না-কোন দশায় ফুলকা ছিদ্র থাকে।
(19) একলিঙ্গ বা উভলিঙ্গ।	(19) একলিঙ্গ।
(20) জননঅঙ্গ স্থায়ী। সংখ্যায় এক জোড়া অথবা একজোড়ার বেশী।	(20) জননঅঙ্গ স্থায়ী এবং সংখ্যায় একজোড়া।
(21) রেচন অঙ্গ থাকলে দেহের নানান অংশে ছড়িয়ে থাকে এবং এগুলির আকৃতি নানা ধরনের হয়। রেচন অঙ্গের সংখ্যা দুই-এর বেশী।	(21) দেহগহ্বরের পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত একজোড়া বৃক্ক এদের নির্দিষ্ট রেচন-অঙ্গ।

অমেরুদণ্ডী	মেরুদণ্ডী
(22) যদি দেহগহ্বর থাকে, তবে তা সিউডোসিল, হিমোসিল বা সিলোম।	(22) দেহগহ্বর বর্তমান এবং তা সিলোম।
(23) জনন-প্রক্রিয়া যৌন বা অযৌন।	(23) জনন প্রক্রিয়া যৌন।

10.5. কর্ডাটা ও অকর্ডাটার পার্থক্য [Differences between Chordata and Achordata]

কর্ডাটা	অকর্ডাটা
(1) নোটোকর্ড থাকে।	(1) নোটোকর্ড থাকে না।
(2) দেহ কাঠামো অন্তঃকঙ্কাল দ্বারা গঠিত।	(2) অন্তঃকঙ্কাল নেই।
(3) স্নায়ুরসপূর্ণ ফাঁপা কেন্দ্রীয় নার্ভসূত্র (Dorsal hollow nerve cord) পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত।	(3) ফাঁপা নয় এমন নার্ভসূত্র অঙ্কদেশে অবস্থিত।
(4) মস্তিষ্ক ফাঁপা।	(4) মস্তিষ্ক ফাঁপা নয়।
(5) ভ্রূণ অবস্থায় বা সারাজীবন গলবিলীয় ফুলকা-ছিদ্র (Pharyngeal gill slits) বর্তমান।	(5) জীবনের কোন অবস্থাতেই ফুলকা ছিদ্র থাকে না।
(6) হৃৎপিণ্ড বর্তমান এবং সেটি পৌষ্টিকনালীর অঙ্কদেশে অবস্থিত।	(6) হৃৎপিণ্ড থাকলে তা পৌষ্টিক নালীর পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত।
(7) সরলাক্ষির অধিকারী।	(7) সরলাক্ষি বা পুঞ্জাক্ষির অধিকারী।
(8) অধিকাংশ ক্ষেত্রে নাসারন্ধ্র বর্তমান।	(8) নাসারন্ধ্র নেই।
(9) নির্দিষ্ট শ্বাসযন্ত্র বর্তমান।	(9) নির্দিষ্ট শ্বাসযন্ত্র থাকতে বা নাও থাকতে পারে।
(10) পা দু'জোড়ার বেশী নয়।	(10) পা থাকলে দু'জোড়ার বেশী।
(11) জীবনের প্রারম্ভে বা সারাজীবন লেজ থাকে।	(11) কোন অবস্থাতেই লেজ থাকে না।
(12) নির্দিষ্ট জননাঙ্গ বর্তমান—যৌন পদ্ধতি অনুসৃত হয়।	(12) নির্দিষ্ট জননাঙ্গ থাকতে পারে বা নাও থাকতে পারে—যৌন বা অযৌন উভয় পদ্ধতিই অনুসৃত হয়।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type questions]

1. প্রাণিজগতের শ্রেণীবিভাগ সম্বন্ধে একটি মোটামুটি ধারণা দাও। [Give an outline knowledge about classification of animal kingdom.] [উঃ। 10.1 ও 10.2 দেখ]

2. উদাহরণ সহ প্রধান প্রধান পর্ব পর্যন্ত প্রাণিজগতের একটি মোটামুটি শ্রেণীবিভাগ কর। [Give an outline classification of the animal kingdom upto major phyla with examples] [উঃ। 10.1 ; 10.2 (প্রতিটি পর্বের উদাহরণ) দেখ]

3. ননকর্ডেট বলতে কি বোঝ? পর্ব পর্যন্ত এদের শ্রেণীবিভাগ কর। [Which are non-chordates ? Classify them upto phyla.] [উঃ। 10.1 শেষাংশ ও 10.2 দেখ]

4. অকর্ডাটা প্রাণীদের পর্ব পর্যন্ত শ্রেণীবিভাগ করে তাদের প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ দাও। চিংড়ি যে পর্বের অন্তর্গত তার বৈশিষ্ট্য লেখ। [Classify Achordata into its phyla giving one example of each phylum. Write the characteristics of the phylum to which prawn belongs.] [উঃ। 10.2 ও 8 পর্ব দেখ]

5. "সব মেরুদণ্ডী প্রাণী কর্ডাটাভুক্ত প্রাণী কিন্তু সব কর্ডাটাই মেরুদণ্ডী নয়"—উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ["All vertebrates are chordates but all chordates are not vertebrates"—Justify the statement.] [উঃ। 10.3 বিঃ দ্রঃ অংশ দেখ]

6. আর্থ্রোপডা পর্বের বৈশিষ্ট্যগুলি বল। এই পর্বের তিনটি সাধারণ প্রাণীর উদাহরণ দাও। [State the distinctive features of Arthropoda. Mention three common examples of Arthropoda.] [উঃ। 10.2 পর্ব 8 দেখ]

7. কয়েকটি ভারতীয় উদাহরণ সহ মলাস্কা পর্বের সাধারণ বৈশিষ্ট্য লেখ। [Write the general characters of the phylum Mollusca with some Indian examples.] [উঃ। 10.2 পর্ব 9 দেখ]

8. একাইনোডার্মাটা ও আনেলিডা পর্বের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর। প্রতিটি পর্বের একটি করে প্রাণীর বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। [Mention the major characters of the phyla Echinodermata and Annelida. Write the scientific name of one animal belonging to each phylum.] [উঃ। 10.2 পর্ব 7 দেখ]

9. কর্ডাটা পর্বের বৈশিষ্ট্য কি? ছকের মাধ্যমে কর্ডাটা পর্বের শ্রেণীবিভাগ কর। [What are the characteristic features of phylum chordata ? Classify the phylum chordata in a tabular form.] [উঃ। 10.3 দেখ]

10. মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডী প্রাণীর সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য সারিবদ্ধ কর। [Tabulate the similarities and differences between vertebrates and invertebrates.] [উঃ। 10.4 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions.]

11. সিলেনটারেটা পর্বকে ভেঙ্গে কি কি নতুন পর্ব গঠিত হয়েছে? নতুন পর্ব দুটির নাম কর ও তাদের পার্থক্যসূচক দুটি করে বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। [Which are the new phyla formed of the phylum coelenterata ? Name them and mention at least two characters by which they are distinguished ?] [উঃ। 10.2 পর্ব 3 ও পর্ব 4 দেখ]

12. কর্ডাটা ও অকর্ডাটার চারিটি বৈসাদৃশ্য উল্লেখ কর। [Mention four distinguishing features of Chordata and Achordata.] [উঃ। 10.5 দেখ]

13. প্রোটোকর্ডাটা কাদের বলা হয়? প্রোটোকর্ডাটা কয়টি উপপর্বে বিভক্ত? [Which are protochordates ? How many sub-phyla is it divided into. ?] [উঃ। 10.3 বিঃ দ্রঃ ও উপপর্ব সেফালোকর্ডাটা পর্যন্ত দেখ]

14. প্রোটোজোয়া ও পরিফেরা পর্বের পাঁচটি করে বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। প্রতিটি পর্বের একটি করে প্রাণীর বিজ্ঞানসম্মত নাম কর। [Mention five diagnostic features of phyla protozoa and porifera. Give the scientific name of one animal belonging to each phylum.]

[উঃ। 10.2 পর্ব 1 ও পর্ব 2 দেখ]

15. তোমার সিলেবাসভুক্ত একটি ফিতাকৃমির বিজ্ঞানসম্মত নাম কর। প্রাণিটি কোন্ পর্বের অন্তর্গত? পর্বটির তিনটি বিশিষ্ট চরিত্রের উল্লেখ কর। [Give the scientific name of a tapeworm included in your syllabus. Which phylum does the animal belong to ? Mention three diagnostic features of the phylum.] [উঃ। 10.2 পর্ব 5 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

16. মানুষ কোন্ পর্বের অন্তর্ভুক্ত? মানুষের বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। [Which phylum does a man belong to ? Write the scientific name of human beings.]

[উঃ। 10.3 শ্রেণী ম্যামেলিয়া দেখ]

17. কোষবিহীন প্রাণী কাদের বলা হয়? কোষবিহীন প্রাণী বলার স্বপক্ষে যুক্তি দাও। [Which are called acellular animal ? Present evidences in support of your answer.]

[উঃ। 10.1 সূচনার foot note দেখ]

18. 'মেটাজোয়া' কথাটির অর্থ কি? প্রোটোজোয়া শব্দটি সর্বপ্রথম কে ব্যবহার করেন? [What is meant by the word metazoa ? Who coined the term protozoa ?]

[উঃ। 10.1 প্রথমাংশ দেখ]

19. হর্মিফোরা, বেরো প্রভৃতি প্রাণী কোন্ পর্বের অন্তর্গত এবং কেন? [Which phylum Hormiphora and Bero belong to ? Why ?] [উঃ। 10.2 পর্ব 4 দেখ]

20. মেটামিয়ার কাকে বলে? কোন্ পর্বের প্রাণিদেহে এগুলি দেখা যায়? [What is metamere ? Animals belonging to which phylum has such organs ?] [উঃ। 10.2 পর্ব 7 দেখ]

21. শূন্যস্থান পূরণ কর : [Fill in the blanks.]

(1) শুধুমাত্র বাহ্যিক খণ্ড বিভাজন দেখা যায় — পর্বভুক্ত প্রাণীদেহে। (2) প্রকৃত সিলোমের অধিকারী — পর্বভুক্ত প্রাণী। (3) — পর্বের সংক্ষিপ্ত দেহগহ্বর — র কাজ করে। (4) — পর্বের অধিকাংশ প্রাণীই পুঞ্জাক্ষির অধিকারী। (5) মলাস্কা পর্বভুক্ত প্রাণী — নামে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ অঙ্গের সাহায্যে শ্বাসকার্য চালায়। (6) — নামে বিশিষ্ট-অঙ্গ একাইনোডার্মাটা পর্বভুক্ত প্রাণীদের চলাচলে সাহায্য করে। (7) — পর্বভুক্ত প্রাণীরা জলনালী তন্ত্রের অধিকারী। (8) ফাঁপা স্নায়ুসূত্র — পর্বের বৈশিষ্ট্য। (9) চোয়ালবিহীন প্রাণী — অধিশ্রেণী অন্তর্গত। (10) — শ্রেণীভুক্ত প্রাণীর সমগ্র দেহকঙ্কাল তরুণাস্থি দ্বারা গঠিত।

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টি নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions.]

22. সঠিক '√' দাও [Put '√' mark on the correct answer] :

(1) হিমোসিল থাকে (চিংড়ির দেহে/কেঁচোর দেহে/শামুকের দেহে)।

(2) নালীপদ দ্বারা চলাচল করে (অক্টোপাস/নেরিস/স্টারফিস)।

(3) উড়তে অক্ষম পাখীটি হল (পেঙ্গুইন/ইমিউ/মুরগী)।

(4) কেঁচো চলাচল করে (পদের সাহায্যে/নালীপদ সাহায্যে/সিটা সাহায্যে)।

(5) খোলস ত্যাগ করার পদ্ধতিকে বলে (কোরকোদ্গম/নির্মোচন/পলিপ গঠন)।

(6) এক্টোডার্ম ও এণ্ডোডার্মের মধ্যবর্তী কোষবিহীন স্তরটি হল (জুওগ্লিয়া/মেসোগ্লিয়া/নেফ্রিডিয়া)।

(7) উষ্ণশোণিত প্রাণী হল (গিরগিটি/পায়রা/হাঙর)।

(8) প্ল্যাকয়েড আঁশ দেখা যায় (হ্যাগফিসে/ল্যামপ্রেতে/হাঙরে/বোয়ালে)।

(9) কর্ডাটা পর্বভুক্ত প্রাণীদের (নালীপদ থাকে/মেটামিয়ার থাকে/নোটোকর্ড থাকে)।

(10) প্যারামেসিয়ম চলাচল করে (ফ্ল্যাজেলার সাহায্যে/ক্ষণপদের সাহায্যে/সিলিয়ার সাহায্যে)।

23. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) ব্যালানোগ্লসাস (Balanoglossus) (b) হর্মিফোরা (Hormiphora) (c) ট্রিপ্লোব্লাসটিক প্রাণী (Triploblastic animal) (d) টিনোফোরা (Ctenophora) (e) নিডারিয়া (Cnidaria) (f) সিলেনটেরন (Coelenteron) (g) সোমাইট (Somite) (h) হিমোসিল (Haemocoel) (i) একডাইসিস (Ecdysis) (j) নালীপদ (Tube feet) (k) কনড্রিকথিস (Chondricthes) (l) নোটোকর্ড (Notochord) (m) মেরুদণ্ডী প্রাণী (Vertebrate animal) (h) কর্ডাটা (Chordata)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

11 ॥ অ্যামিবা, ফিতাকৃমি ও গিনিপিগ ॥

Syllabus : Structure and function of the following animals ; (a) Amoeba. (b) Tapeworm. (c) Guineapig.

অ্যামিবা
[Amoeba]

11.1. সূচনা [Introduction]

অ্যামিবা অতিক্ষুদ্র অণুবীক্ষণিক প্রাণী। এর দেহ সদা পরিবর্তনশীল। গ্রীসের পৌরানিক দেবতা **প্রোটিয়স** ইচ্ছামতো নিজের দেহের পরিবর্তন ঘটাতে পারতেন। দেহপরিবর্তনের ক্ষমতা থাকায় অ্যামিবাকেও প্রোটিয়সের মতো প্রাণী বা **প্রোটিয়স অ্যানিম্যালকিউল** (Proteus animalcule) বলা হয়। 1755 খ্রীষ্টাব্দে **রোজেল ফন রোজেনহফ** (Rossel von Rosenhof) সর্বপ্রথম অ্যামিবার অস্তিত্ব টের পান। 1962 খ্রীষ্টাব্দে **হিরসফিল্ড** (Hirschfield) অ্যামিবা সম্বন্ধে বিস্তারিত তথ্য পরিবেশন করেন।

শুধু বিজ্ঞান-সচেতন ব্যক্তির কাছেই নয়, সাধারণ লোকের কাছেও অ্যামিবা হল প্রাণের সরলতম প্রতীক। কারণ এই প্রাণিটির দেহ একতাল প্রোটোপ্লাজম ছাড়া কিছুই নয়। দেহ গঠনে উল্লেখযোগ্য সরলতা সত্ত্বেও অ্যামিবা সমস্ত জৈব কার্যকলাপ সুষ্ঠুভাবে চালাতে পারে। অ্যামিবা সহজলভ্য, এর স্বচ্ছ দেহ ও মৃদু চলাচল ক্ষমতার জন্য প্রাণিবিজ্ঞানীরা একে প্রোটোজোয়ার প্রতিভূ বলে বিশ্বাস করেন।

11.2 প্রাণিজগতে স্থান [Systematic position]

[পর্ব (Phylum)—প্রোটোজোয়া (Protozoa) ; শ্রেণী (Class)—সার্কোডিনা (Sarcodina) ; বর্গ (Order)—লোবোসা (Lobosa) ; গোত্র (Family)—অ্যামিবিডি (Amoebidae) ; গণ (Genus)—অ্যামিবা (*Amoeba*)].

11.3 কয়েকটি সাধারণ ভারতীয় প্রজাতি* [A few common Indian species]

অ্যামিবা প্রোটিয়স (*Amoeba proteus*) ; অ্যামিবা ভেস্পার্টিলিও (*A. vespertilio*) ; অ্যামিবা রেডিওসা (*A. radiosa*) ইত্যাদি।

11.4. বসতি [Habitat]

পুকুর, ডোবা, খাল, বিল প্রভৃতি স্বচ্ছ জলাশয়ের পাঁকের মধ্যে অথবা জলজ উদ্ভিদের ডালপালা ও পাতায় অ্যামিবা বাস করে। পদ্ম পুকুরের পাড়ে স্যাঁতসেঁতে মাটিতে এরা প্রচুর পরিমাণে ঘুরে বেড়ায়। সেখান থেকেই প্রাণিটিকে সংগ্রহ করা সহজ।

* পশ্চিমবঙ্গে সহজপ্রাপ্য প্রজাতি হল **অ্যামিবা ভেস্পার্টিলিও** ও **অ্যামিবা রেডিওসা**। অ্যামিবা প্রোটিয়স সহজলভ্য না হলেও এই প্রজাতিটি সর্বাধিক আলোচিত এবং গবেষণার কাজে ব্যবহৃত।

11.5. দেহগঠন [Structure]

অ্যামিবার এককোষী অণুবীক্ষণিক দেহ (চিত্র : 11.1 ও 11.2) খুব সরল ও ক্ষুদ্র ; গড় ব্যাস 0·2—0·6 মিলিমিটার (200 – 600 মাইক্রা)। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করলে তবেই অ্যামিবার গঠন-বৈশিষ্ট্য দৃষ্টিগোচর হয়। দেহ প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তিত হয়। সেজন্য অ্যামিবার নির্দিষ্ট কোন আকৃতি নেই।

অ্যামিবার দেহ প্রধানত তিনটি অংশে বিভক্ত, যথা—(1) প্লাজমালিমা—সূক্ষ্ম আবরণী, (2) সাইটোপ্লাজম ও বিভিন্ন অন্তর্ভুক্ত পদার্থ এবং (3) নিউক্লিয়স।

(1) **প্লাজমালিমা** (Plasmalemma) : অ্যামিবার দেহ একটি সূক্ষ্ম, স্থিতিস্থাপক, অর্ধভেদ্য ও সজীব পর্দায় ঘেরা থাকে। এই পর্দাকে প্লাজমালিমা বলে। প্লাজমালিমা



চিত্র : 11.1 অ্যামিবা প্রোটিয়সের দেহগঠন

$\frac{1}{4}$—2 মাইক্রা পুরু। জীবন্ত অ্যামিবার দেহে এই পর্দাটি দ্রুত সঙ্কোচন প্রসারণশীল। প্লাজমালিমা প্রধানত প্রোটিন ও লিপিড দ্বারা গঠিত।

কাজ : (1) প্লাজমালিমা সাইটোপ্লাজমকে রক্ষা করে। (2) অর্ধভেদ্য হওয়ায় জল ও জলমিশ্রিত পদার্থ, অক্সিজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় প্লাজমালিমার মাধ্যমে দেহের ভিতরে ও বাহিরে যাতায়াত করতে পারে। সুতরাং দেহকোষস্থ জলের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণে এবং শ্বসনে প্লাজমালিমার ভূমিকা উল্লেখযোগ্য। (3) সংকোচন-প্রসারণশীল ধর্মের জন্য ক্ষণপদ গঠন ও তার অবলুপ্তির ব্যাপারে প্লাজমালিমা সক্রিয় ভূমিকা পালন করে।

(2) **সাইটোপ্লাজম ও অন্তর্ভুক্ত পদার্থ** (Cytoplasm and its inclusions) : নিউক্লিয়স ছাড়া প্লাজমালিমা ঘেরা প্রোটোপ্লাজমকে সাইটোপ্লাজম বলে। সাইটোপ্লাজম দুটি অংশে বিভক্ত, যথা—

(a) **বহিঃপ্লাজম** বা **এক্টোপ্লাজম** (Ectoplasm, গ্রীক ; *ectos* = বাহির) : প্লাজমালিমাসংলগ্ন সাইটোপ্লাজমের বাইরের সংকীর্ণ স্বচ্ছ অপেক্ষাকৃত ঘন এবং দানাহীন অংশকে বহিঃপ্লাজম বা এক্টোপ্লাজম বলে।

কাজ : (1) ভিতরের অন্তঃপ্লাজম অংশকে ঢেকে রাখে। (2) ক্ষণপদ গঠনে সাহায্য করে।

(b) **অন্তঃপ্লাজম** বা **এণ্ডোপ্লাজম** (Endoplasm ; গ্রীক endon = ভিতরে) : এণ্ডোপ্লাজমের ভিতরে সাইটোপ্লাজমের বাকি অংশকে অন্তঃপ্লাজম বা এণ্ডোপ্লাজম বলে।

মাস্ট (Mast) এর মতে এটি পুনরায় বাইরের দিকে অপেক্ষাকৃত ঘন, জেলির মতো অর্ধস্বচ্ছ অংশ **প্লাজমাজেল** (Plasmagel)* এবং অপেক্ষাকৃত তরল ভিতরের অংশ **প্লাজমাসল** (Plasmasol) অংশে বিভক্ত।

কাজ : (1) নিউক্লিয়সসহ নির্জীব ও সজীব অংশকে ধারণ করে। (2) ক্ষণপদ গঠনে সাহায্য করে।

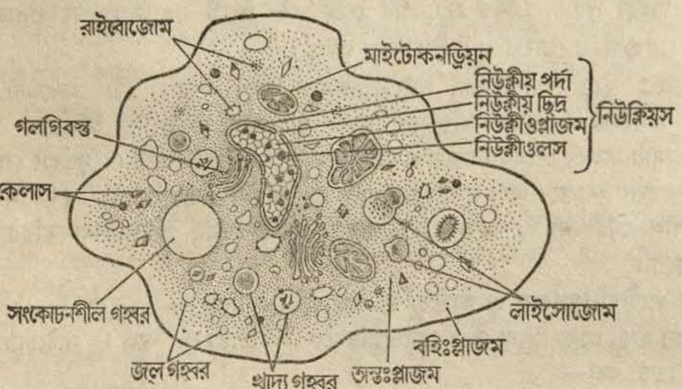
এণ্ডোপ্লাজমে বিক্ষিপ্ত বস্তুসমূহ

[Inclusions of endoplasm]

(i) **সংকোচনশীল গহ্বর** বা **কনট্রাকটাইল ভ্যাকুওল**** (Contractile Vacuole) : অ্যামিবার দেহে জলীয় পদার্থপূর্ণ অপেকাকৃত বড় একটি গোলাকার গহ্বর দেখা যায়। এটিকে সংকোচনশীল গহ্বর বলে। গহ্বরটি অস্থায়ী, এটি ক্রমশঃ আকারে বাড়তে থাকে এবং পরিধির দিকে এগিয়ে যায়। পরিধিতে এসে গহ্বরটি হঠাৎ সঙ্কুচিত হয়ে ফেটে গিয়ে একেবারে নিশ্চিহ্ন হয়ে যায়। পুনরায় নতুন গহ্বর সৃষ্টি হয়। অ্যামিবার শারীরবৃত্তীয় অবস্থা, দেহস্থ খাদ্যের পরিমাণ, পরিবেশের জলে লবণের পরিমাণ ও উষ্ণতার তারতম্যের উপরে সংকোচনশীল গহ্বরের সংকোচন হার নির্ভর করে।

কাজ : (1) দেহে সৃষ্ট কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং বর্জ্য পদার্থ বর্জন করাই এর প্রধান কাজ। (2) তাছাড়া অতিরিক্ত জল দেহের বাইরে পাঠিয়ে দেহমধ্যস্থ জলের ভারসাম্য রক্ষা করে।

(ii) **খাদ্য গহ্বর** বা **ফুড ভ্যাকুওল** (Food vacuole) : সংকোচনশীল নয় এমন



চিত্র : 11.2 ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে অ্যামিবাকে যেমনটি দেখায়

কতকগুলি গহ্বরে বিভিন্ন আকারের খাদ্য সঞ্চিত থাকে। এই গহ্বরগুলিকে খাদ্য গহ্বর বলে। অন্তঃপ্লাজমের আবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে খাদ্য গহ্বরগুলিও আবর্তিত হয়।

* সাম্প্রতিক মতানুসারে এক্টোপ্লাজম অংশেও প্লাজমাজেল দেখা যায়। প্লাজমাজেলের দানাগুলি স্থির, কিন্তু প্লাজমাসলের দানাগুলির মধ্যে সক্রিয় চলন (**ব্রাউনিয়ান চলন**) লক্ষ্য করা গেছে। প্রোটোপ্লাজমের দুটি ভিন্ন দশা ছাড়া প্লাজমাজেল ও প্লাজমাসলের মধ্যে কোন গঠনগত পার্থক্য নেই।

** সামুদ্রিক অ্যামিবার দেহে সংকোচনশীল গহ্বর থাকে না।

কাজঃ (1) খাদ্য গহ্বরে পরিপাক ঘটে। (2) অপাচ্য খাদ্য বস্তু বর্জন করার সঙ্গে সঙ্গে খাদ্য গহ্বরের অবলুপ্তি ঘটে।

(iii) **জলগহ্বর** বা **ওয়াটার ভ্যাকুওল** (Water vacuole)ঃ সম্পূর্ণ স্বচ্ছ এবং বর্ণহীন অসংকোচনশীল, জলপূর্ণ গোলাকার ছোট ছোট গহ্বরকে জলগহ্বর বলে।

কাজঃ এগুলি বিপাকক্রিয়ায় জল সরবরাহ করে।

(iv) **গলগি বস্তু** (Golgi bodies)ঃ এণ্ডোপ্লাজমে আংটির মতো ও অর্ধচন্দ্রাকার কতকগুলি বস্তুকে বিক্ষিপ্ত থাকতে দেখা যায়। এগুলিকে গলগিবস্তু বলে। বিশেষভাবে রং করলে তবেই এগুলিকে দেখা যায়।

কাজঃ নিঃস্বরণ ও রেচনে সাহায্য করে।

(v) **বিটা দানা** (Beta granules)ঃ সংকোচনহীন গহ্বরকে ঘিরে থাকা কতকগুলি বিশেষ রং-এ রঞ্জিত কণাকে বিটা দানা বলে।

কাজঃ (1) এনজাইমের ক্রিয়াকলাপের সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত ; (2) শ্বসনে সহায়তা করে।

(vi) **কেলাস** (Crystals)ঃ বিভিন্ন আকৃতির বিপাকজাত পদার্থের কেলাস ইতঃস্তত বিক্ষিপ্ত থাকে।

3. **নিউক্লিয়াস** (Nucleus)ঃ উভোত্তল (biconvex), থালার মতো দেখতে প্রতিসরণক্ষম একটিমাত্র নিউক্লিয়াস অ্যামিবার দেহের কেন্দ্রবরাবর অবস্থান করে। নিউক্লীওপ্লাজম ও ক্রোমাটিন রেটিকুলম দ্বারা এটি গঠিত। নিউক্লিয়াসের বাইরের পাতলা আবরণটি নিউক্লীয় পর্দা।

কাজঃ দেহের যাবতীয় জৈবনিক কাজ নিউক্লিয়াস দ্বারা পরিচালিত হয়।

4. **ক্ষণপদ** বা **সিউডোপোডিয়া** (Pseudopodia ; গ্রীক, *Pseudo* = ভ্রান্ত ; *podium* = পদ)ঃ অ্যামিবার দেহের বাইরে আঙুলের মতো অসমান প্রবর্ধকগুলিকে ক্ষণপদ* বলে।

কাজঃ ক্ষণপদ চলাচলে ও খাদ্যগ্রহণে সাহায্য করে।

11.6. অ্যামিবার জৈবনিক কার্যকলাপ [Physiological activities of Amoeba] (চিত্র ঃ 11.3)

(1) **পুষ্টি** (Nutrition)ঃ জীবদেহে শক্তির উৎস খাদ্য। দৈহিক শক্তির উৎপাদন ও পুষ্টির জন্য খাদ্য প্রয়োজন।

অ্যামিবার খাদ্যঃ অ্যামিবার খাদ্য হল ছোট ছোট শেওলা, ব্যাকটিরিয়া, ডায়াটম ও

* অ্যামিবা প্রোটিয়সের দেহকে সুস্পষ্টভাবে অগ্রবর্তী (anterior) ও পশ্চাৎবর্তী (posterior) অংশে ভাগ করা যায়। অগ্রবর্তী অংশ থেকেই কেবল ক্ষণপদ গঠিত হয়। পশ্চাৎবর্তী অংশে ক্ষণপদ সৃষ্টি হয় না, সেই অংশটি ভাঁজ হয়ে থাকে। একে ইউরইউ (Uroid) (চিত্র ঃ 11.1) বলে।

অন্যান্য এককোষী প্রাণী—এমনকি বহুকোষী **রোটিফার** (Rotifer)। ইনফিউজেরিয়া ও ফ্ল্যাজেলাটা গোষ্ঠীভুক্ত জীবন্ত সচল জীবই অ্যামিবার বেশী পছন্দ। ভুল বশতঃ জড় পদার্থ গ্রহণ করে ফেললে অ্যামিবা তাকে তখনই পরিত্যাগ করে।



চিত্র : 11.3 অ্যামিবার দেহে যেসব বিভিন্ন ধরনের জৈবনিক কার্যকলাপ চলে সেগুলির চিত্ররূপ

পুষ্টি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে াদ্যগ্রহণ,খ পরিপাক, রসশোষণ প্রভৃতি বিপাকীয় কাজগুলি ধারাবাহিকভাবে ঘটে। কঠিন ও জটিল জৈব খাদ্য গৃহীত হয় বলে অ্যামিবার পুষ্টি পদ্ধতি হল **জুয়োট্রফিক** (Zootrophic) বা **হোলোজোয়িক** (Holozoic)।

খাদ্য গ্রহণ (Ingestion): নিম্নলিখিত চারটি উপায়ে দেহের যে কোন অংশ দিয়ে অ্যামিবা খাদ্য গ্রহণ করে।

(i) **সারকামফ্লুয়েন্স** (Circumfluence): নিশ্চল বা নিষ্ক্রিয় খাদ্য দেহসংলগ্ন হওয়ামাত্র অ্যামিবার প্রোটোপ্লাজম তার উপর দিয়ে গড়িয়ে গিয়ে খাদ্যকে আত্মসাৎ করে। এইভাবে চারদিক থেকে পর্যায়ক্রমে ক্ষণপদ সৃষ্টি করে খাদ্যকে সম্পূর্ণভাবে ঘিরে ফেলে খাদ্যগহ্বর সৃষ্টি করার পদ্ধতিটি হল সারকামফ্লুয়েন্স (চিত্র : 11.4)।

(ii) **সারকামভালেসান** (Circumvallation): চলমান ও সক্রিয় খাদ্য নিকটবর্তী



চিত্র : 11.4 সারকামফ্লুয়েন্স পদ্ধতিতে নিশ্চল শিকার আত্মসাৎ

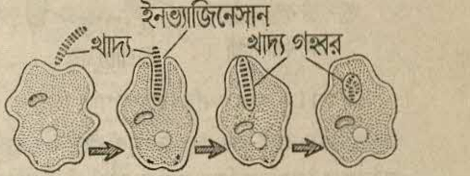


চিত্র : 11.5 সারকামভালেসান পদ্ধতিতে ফুডকাপ সৃষ্টি করে খাদ্য আত্মসাৎ

হলে তাকে একেবারেই স্পর্শ না করে ক্ষণপদ এমনভাবে প্রসারিত হয় যাতে ক্ষণপদের

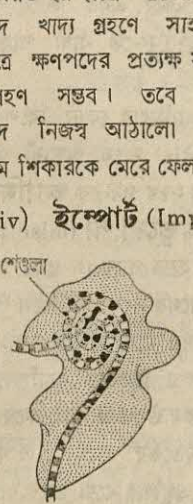
সাইটোপ্লাজম ফাঁপা বাটির আকারে এগিয়ে যায়। বাটির মতো আকৃতিকে **ফুডকাপ** (food cup) বলে। এইভাবে ফুডকাপ ও সাইটোপ্লাজম বাটির কিনারা একত্রে মিশে গিয়ে খাদ্যবস্তুকে আত্মসাৎ করার পদ্ধতিকে সারকামভালেসান বলে (চিত্র : 11.5)।

(iii) **ইনভ্যাজিনেসান** (Invagination) : দেহের সংস্পর্শে আসামাত্র সেই অংশের এক্টোপ্লাজম খাদ্যবস্তুটিসহ ভাঁজ হয়ে এণ্ডোপ্লাজমে ঢুকে পড়ে। প্লাজমালিমা অবলুপ্ত হলে খাদ্যবস্তু খাদ্য গহ্বরে রূপান্তরিত হয় (চিত্র : 11.6)। সাধারণত ক্ষণপদ খাদ্য গ্রহণে সাহায্য করলেও এক্ষেত্রে ক্ষণপদের প্রত্যক্ষ সাহায্য ছাড়াই খাদ্যগ্রহণ সম্ভব। তবে পরোক্ষভাবে ক্ষণপদ নিজস্ব আঠালো ক্ষরণ পদার্থ মাধ্যমে শিকারকে মেরে ফেলতে সাহায্য করে।



চিত্র : 11.6 ইনভ্যাজিনেসান পদ্ধতিতে খাদ্য আত্মসাৎ

(iv) **ইম্পোর্ট** (Import) : কোন সময় হঠাৎ খাদ্যবস্তু দেহের উপরে এসে পড়লে অ্যামিবা নিশ্চল থেকে বিনা আয়াসে খাদ্যকে দেহের মধ্যে ঢুকিয়ে নেয়। এই পদ্ধতিকে ইম্পোর্ট বলে (চিত্র : 11.7)।



চিত্র : 11.7 ইম্পোর্ট পদ্ধতিতে শেওলার সূত্র আত্মসাৎ

পরিপাক (Digestion) : অ্যামিবার পরিপাকতন্ত্র নেই, খাদ্যগহ্বরগুলিই অস্থায়ী পাকস্থলীর কাজ করে। খাদ্য গহ্বরের মধ্যেই খাদ্যের পরিপাক ঘটে। কঠিন খাদ্যেরই কেবল পরিপাক প্রয়োজন হয়। সাইটোপ্লাজম থেকে এনজাইমসমৃদ্ধ লাইসোজোম খাদ্যের সঙ্গে মিশে খাদ্যকে পরিপাক করে। পরিপাকের প্রথম পর্যায়ে খাদ্যগহ্বরগুলিতে অম্লত্ব বৃদ্ধি পায়, ফলে জীবন্ত খাদ্যবস্তুর মৃত্যু ঘটে। পরে খাদ্যের পরিপাক ঘটলে খাদ্য গহ্বরগুলির ক্ষারত্ব বৃদ্ধি পায়। প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট পরিপাক করতে পারলেও অ্যামিবা ফ্যাটকে পরিপাক করতে পারে না। **অ্যামাইলেজ** (Amylase) কার্বোহাইড্রেট খাদ্যকে এবং **প্রোটিনেজ** (Proteinage) প্রোটিনখাদ্যকে পরিপাক করে। উন্নত প্রাণীর ক্ষেত্রে পরিপাকনালীতে কোষের বাইরে খাদ্যের পরিপাক (বহিঃকোষীয় পরিপাক) ঘটলেও অ্যামিবার পরিপাক কোষের অভ্যন্তরেই ঘটে বলে একে **অন্তঃকোষীয় পরিপাক** (Intracellular digestion) বলা হয়।

আত্তীকরণ (Assimilation) : সরল পাচিত খাদ্যকে পারিপার্শ্বিক সাইটোপ্লাজম ব্যাপনক্রিয়ার মাধ্যমে শোষণ করে। উন্নত প্রাণীর মতো এখানে নির্দিষ্ট সংবহনতন্ত্রের প্রয়োজন হয় না, কেননা খাদ্যগহ্বরগুলি এণ্ডোপ্লাজমের চক্রাবর্তন (cyclosis) মাধ্যমে সর্বদাই সারা দেহে ঘোরাফেরা করে এবং পুষ্টি যোগায়। এইভাবে পাচিত খাদ্যের শোষণ ও আত্তীকরণ দ্বারা নতুন প্রোটোপ্লাজম সৃষ্টি হয়।

বর্জন (Egestion) : অ্যামিবার দেহে অপাচ্য বস্তু নিষ্কাশনের জন্য কোন স্থায়ী

ছিদ্র নেই। অ্যামিবা তার দেহের পিছনের দিকে অপাচ্য বস্তুকে ফেলে রেখে এগিয়ে যায়। তারপর এক্টোপ্লাজমে অস্থায়ী ছিদ্র সৃষ্টি করে অ্যামিবা সেগুলিকে দেহের বাইরে নিক্ষেপ করে (চিত্র : 11.8)।

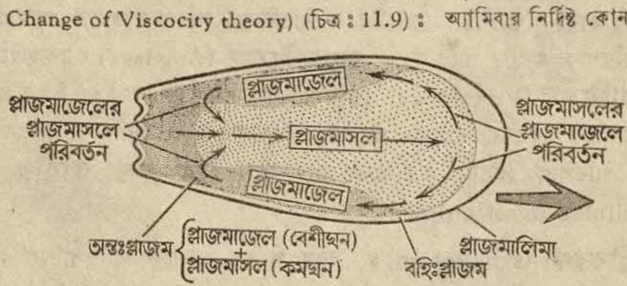


চিত্র : 11.8 বর্জন পদ্ধতির ক্রমপর্যায়ের চিত্ররূপ

(2) **শ্ব স ন** (Respiration) : অ্যামিবার দেহে নির্দিষ্ট শ্বাস অঙ্গ নেই। অ্যামিবা প্লাজমালিমার মাধ্যমে অভিস্রবণ বা ব্যাপন ক্রিয়ায় জলে দ্রব অক্সিজেন* গ্রহণ করে এবং একই ভাবে শ্বসনে উদ্ভূত কার্বন ডাই-অক্সাইড দেহমুক্ত করে। শ্বসনে উদ্ভূত শক্তি ATP-তে বাঁধা পড়ে এবং সর্বপ্রকার জৈবনিক ক্রিয়াকলাপ পরিচালিত করতে সাহায্য করে।

(3) **গমন** (Locomotion) : গমনাগমনের জন্য অ্যামিবার কোন বিশেষ অঙ্গ নেই। তবে **ক্ষণপদ** বা **সিউডোপোডিয়া** (Pseudopodia) নামে অস্থায়ী উপবৃদ্ধি অ্যামিবাকে চলাচলে সাহায্য করে। ক্ষণপদের সাহায্যে অ্যামিবার মন্থর গমনকে **অ্যামিবয়েড গমন** (Amoeboid movement) বলে। ক্ষণপদই অ্যামিবার **ভুয়ো পা** (false foot)। অ্যামিবার দেহের যে কোন স্থান থেকে একাধিক ক্ষণপদ উৎপন্ন হতে পারে। তবে সবচেয়ে বড় ক্ষণপদের দিকেই অ্যামিবা এগিয়ে যায়। কোন কঠিন পদার্থের সংস্পর্শে এলে ক্ষণপদ আঠালো পদার্থ নির্গত ক'রে তার সঙ্গে আটকে যায় এবং ক্ষণপদের মধ্যে সাইটোপ্লাজম ঢুকে পড়ে। এতে অ্যামিবা সামান্য এগিয়ে যায়। 30° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় অ্যামিবার গতি চরমে ওঠে। 30° সেন্টিগ্রেডের বেশী এবং 0° সেন্টিগ্রেডের কম উষ্ণতায় গতি কমে যায়। ক্ষণপদ সৃষ্টি ও অ্যামিবয়েড চলনের প্রকৃত কারণ সম্বন্ধে মতভেদ আছে। এ-ব্যাপারে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন বিজ্ঞানী তাঁদের মতবাদ ব্যক্ত করেছেন। এগুলির মধ্যে গ্রহণযোগ্য দুটি প্রধান মতবাদের উল্লেখ করা হল।

(A) **সান্দ্রতার পরিবর্তন** বা **সল-জেল তত্ত্ব** বা **চেঞ্জ অব্ ভিস্কোসিটি মতবাদ** (Sol-gel theory or Change of Viscocity theory) (চিত্র : 11.9) : অ্যামিবার নির্দিষ্ট কোন গঠন নেই।



চিত্র : 11.9 সল-জেল তত্ত্ব অনুসারে গমন

তাই এণ্ডোপ্লাজম প্লাজমাসল থেকে প্লাজমাজেলে এবং আবার প্লাজমাসলে পরিবর্তিত হয়। নানাবিধ বিপাকীয় কাজের ফলে উৎপন্ন অ্যাসিড, প্লাজমাজেলের (স্বাভাবিক ভাবে বেশী ঘন অর্থাৎ বেশী সান্দ্র) ঘণত্ব কমায় এবং

* অ্যামিবার শ্বসনে ব্যবহৃত অক্সিজেন জলের অণু (H_2O) থেকে আসে না। জলজ উদ্ভিদের সালোক-সংশ্লেষ চলাকালে উৎপন্ন মুক্ত যে অক্সিজেন জলে মিশে থাকে তাকেই অ্যামিবা শ্বসনের সময় ব্যবহার করে।

তাকে প্লাজমাসলে পরিবর্তিত করে। প্লাজমালিমার উপরে ক্রমশঃ চাপ বৃদ্ধির ফলে ক্ষণপদের আকৃতি বাড়তে থাকে। এতে যতই ক্ষণপদ এগিয়ে যায় ততই অ্যামিবা এগিয়ে চলে। **হাইমান** (Hyman, 1917), **পানটিন** (Pantin, 1923-1926) ও **মাস্ট** (Mast, 1923, 1926, 1933) প্রমুখ বিজ্ঞানীগণ এই তত্ত্বের রূপকার। অধিকাংশ বিজ্ঞানী সল-জেল তত্ত্বের সমর্থক।

(B) **আধুনিক মতবাদ** (Modern theory): প্লাজমাসল-ও প্লাজমাজেলের পরস্পর রূপান্তর-জনিত চাপের কথা স্বীকার করে **গোল্ডএকার ও লর্চ** (Goldacre and Lorch, 1950) বলেন,



চিত্র : 11.10 আধুনিক মতবাদ অনুসারে গমন

এই চাপ ক্ষণপদ সৃষ্টির পক্ষে যথেষ্ট নয়। এর পর **গোল্ডএকার** (1952), **আওয়েন ও রোসলাংস্কি** (Auen and Roslansky, 1958) এবং **অ্যালেন** (Allen 1962) প্রমুখ বিজ্ঞানীগণ এবিষয়ে যথেষ্ট আলোকপাত করেন। এঁরা অ্যামিবয়েড চলনের ব্যাখ্যা দিতে গিয়ে প্রোটোপ্লাজমের গঠনের উপর যথেষ্ট গুরুত্ব আরোপ করেছেন। তাঁরা অ্যামিবার সাইটোপ্লাজমে অ্যাকটোমায়োসিন জাতীয় (actomyosin-like) ATP-কাতর এমন একপ্রকার প্রোটিনের অস্তিত্ব লক্ষ্য করেছেন যা বহুকোষী জীবের পেশী সংকোচনের কারণ। এঁদের মতে প্রোটোপ্লাজমের 'সল' দশা নির্ভর করে প্রোটিন অণুর ভাঁজ হয়ে গুটিয়ে যাওয়ার উপরে (চিত্র 11.10)। প্রোটিন অণুগুলির শিকল খুলে নিজেদের মেলে ধরে দৃঢ় কোলয়েড গঠনের সঙ্গে সঙ্গে 'জেল' দশা ফিরে আসে। গমনের সময়ে অ্যামিবার পিছন দিকের অংশে অবস্থিত অণুগুলি ভাঁজ হয় এবং সেখানে অপেক্ষাকৃত ঘন প্লাজমাজেল অধিকতর তরল প্লাজমাসলে পরিবর্তিত হয়। সেই প্লাজমাসল সামনের দিকে গড়িয়ে যায়। ক্রমবর্ধমান ক্ষণপদটির আগায় প্রোটিন অণুগুলির শিকল খুলে যাওয়া দশায় এসে যাওয়ায় ফলে প্লাজমাসল ঘন ও দৃঢ় প্লাজমাজেলে রূপান্তরিত হয়। যাইহোক ATP-র রাসায়নিক পরিবর্তনজনিত উদ্ভূত শক্তি ক্ষণপদ সৃষ্টির পক্ষে অত্যন্ত প্রয়োজন। এই মতবাদ **ব্যারিংটন** (Barrington, 1967) দৃঢ় ভিত্তিতে প্রতিষ্ঠিত করেন।



চিত্র : 11.11 জলসাম্য নিয়ন্ত্রণ ও রেচন পদার্থ বর্জন পদ্ধতির পর্যায়ক্রমিক চিত্ররূপ

(4) **জলসাম্য নিয়ন্ত্রণ** বা **অসমোরেগুলেশান** (Osmoregulation): অ্যামিবা মিঠা জলে বাস করে। এই জলে লবণের পরিমাণ অল্প। কিন্তু অ্যামিবার দেহের সাইটোপ্লাজমের ঘনত্ব মিঠা জলের ঘনত্ব অপেক্ষা অনেক বেশী। তাই অন্তঃঅভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় অ্যামিবার দেহে অনবরত জল প্রবেশ করে। তাছাড়া খাদ্যের সঙ্গে দেহে উল্লেখযোগ্য পরিমাণে জল প্রবেশ করে এবং বিপাকের ফলেও

জল উৎপন্ন হয়। প্রোটোপ্লাজমের স্বাভাবিক ক্রিয়াকলাপে যাতে বিঘ্ন না ঘটায় সেজন্য সংকোচনশীল গহ্বরের মাধ্যমে অতিরিক্ত জল দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয় (চিত্র : 11.11)। এইভাবে অ্যামিবার দেহে জলসাম্য নিয়ন্ত্রিত হয়।

(5) **উত্তেজিতা** (Irritability) : ক্ষণপদ গঠন, দেহের আকৃতির পরিবর্তন, চলন, খাদ্যগ্রহণ, জনন প্রভৃতির মধ্যেই অ্যামিবার আচার-আচরণ সীমাবদ্ধ। এইসব ক্রিয়াকলাপ পরিবেশের তারতম্যে বিশেষভাবে প্রভাবিত হয়। স্পর্শ, আলো, তাপ, রাসায়নিক পদার্থ প্রভৃতির দ্বারা পরিবেশের উল্লেখযোগ্য তারতম্য ঘটে। উত্তেজকের প্রভাবে সাড়া দেওয়াকে উত্তেজিতা বলে।

নার্ভতন্ত্র বা জ্ঞানেন্দ্রিয় না থাকলেও অ্যামিবার সারা দেহ অত্যন্ত স্পর্শকাতর। আশ্চর্যের বিষয় অ্যামিবা তার নিজের খাদ্যবস্তু ও বালুকণার মধ্যে পার্থক্য বেশ ভালভাবে বুঝতে পারে। বালুকণার সংস্পর্শে আসামাত্র সংশ্লিষ্ট ক্ষণপদ গুটিয়ে যায় এবং অন্যদিকে নতুন ক্ষণপদ সৃষ্টি হয়। ক্ষার, চিনি, লবণ প্রভৃতির ঘণ দ্রবণকেও এরা সহ্য করতে পারে না—দূরে সরে যায়। মৃদু আলোর দিকে এরা এগিয়ে যায়, তবে তীব্র আলো বা অন্ধকারকে এড়িয়ে চলে। অ্যামিবা যে জলে বাস করে তার মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালালে অ্যামিবা গোল হয়ে গুটিয়ে যায়। প্রচণ্ড আঘাত বা পরিবেশের আমূল পরিবর্তন ঘটলেও অ্যামিবা গোল হয়ে গিয়ে নিশ্চল থেকে যায়। 20° – 25° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় অ্যামিবার কার্যকলাপ সুষ্ঠুভাবে চলে। খুব কম উষ্ণতায় এরা কাজ করবার ক্ষমতা হারায় এবং বেশী উষ্ণতায় প্রোটোপ্লাজম জমে যাওয়ার জন্য এদের মৃত্যু ঘটে।

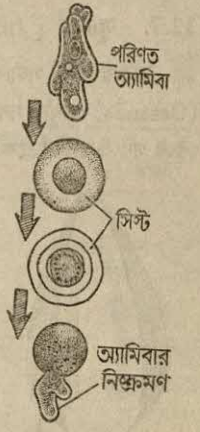


চিত্র : 11.12 দ্বিভাজন পদ্ধতির পর্যায়ক্রমিক চিত্ররূপ

(6) **জনন** (Reproduction) : অ্যামিবা সাধারণতঃ অযৌন পদ্ধতিতে বংশবিস্তার করে। অযৌন জনন তিন প্রকার—(i) দ্বিভাজন, (ii) বহুভাজন ও (iii) স্পোরুলেসান।

(i) **দ্বিভাজন** বা **বাইনারি ফিসান** (Binary fission) : অনুকূল পরিবেশে বর্ষাকালে দেহে যথেষ্ট খাদ্য থাকার সময় অ্যামিবা দ্বিভাজন পদ্ধতিতে দু'খণ্ডে বিভক্ত হয়ে দুটি অ্যামিবায় পরিণত হয়। দ্বিভাজনের সুরুতে ক্ষণপদগুলি গুটিয়ে গেলে দেহ প্রায় গোলাকার হয়। এরপর নিউক্লিয়সটি ক্রমশঃ লম্বা হয়ে যায় এবং মধ্যে খাঁজ সৃষ্টি হওয়ার জন্য ডম্বরুর আকার লাভ করে। একইভাবে কোষের সাইটোপ্লাজমেও গভীর খাঁজ পড়ে। প্রথমে নিউক্লিয়স ও সঙ্গে সঙ্গে সাইটোপ্লাজম সমান দু'ভাগে ভাগ হয়ে গেলে দুটি অপত্য অ্যামিবার সৃষ্টি হয়। পরিণত হবার পর এরাও একইভাবে বিভাজিত হতে সুরু করে। কয়েকদিন পর পর এইভাবে বিভাজন ঘটে। বিভাজন প্রক্রিয়াটি মাইটোসিস। 24° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় অ্যামিবা বিভাজিত হয় এবং বিভাজন শেষ হতে প্রায় আট ঘণ্টা সময় লাগে।

(ii) **বহুভাজন** বা **মালটিপল ফিসান** (Multiple fission)ঃ খাদ্য ঘাটতি ও প্রতিকূল পরিবেশ বহুভাজনের পক্ষে অনুকূল। বহুভাজনের সময় অ্যামিবা বিপাকীয় কাজ কমিয়ে ফেলে, ক্ষণপদ লুপ্ত করে এবং গোল হয়ে যায়। দেহ নিঃসৃত রস দিয়ে দেহের বাইরে **বহিঃস্ত্বক** বা **এপিসিস্ট** (epicyst) **মধ্যস্ত্বক** বা **মেসোসিস্ট** (Mesocyst) এবং **অন্তঃস্ত্বক** বা **এণ্ডোসিস্ট** (endocyst) নামে তিনটি আবরণী স্তর গঠন করে। এই নিশ্ছিদ্র সিস্ট গঠন পদ্ধতিকে **এন্‌সিস্টেসান** (Encystation) বলে। সিস্টের মধ্যে থেকে অ্যামিবা প্রতিকূল দুর্যোগপূর্ণ পরিবেশকে অগ্রাহ্য করে। ঐ স্তরের মধ্যে সঞ্চিত জলে ন্যূনতম বিপাকীয় কাজ চলতে থাকে। ইতিমধ্যে নিউক্লিয়স ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে অসংখ্য নিউক্লিয়স গঠন করে, সাইটোপ্লাজমও সেইভাবে খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত হয়ে নিউক্লিয়াসগুলিকে ঘিরে **সিউডোপোডিওস্পোর** (Pseudopodiospore) গঠন করে। অনুকূল পরিবেশ পেলেই ভিতরের প্রোটোপ্লাজমের চাপে সিস্টের আবরণ ফেটে যায় এবং স্পোরগুলি বাইরে বেড়িয়ে পড়ে। প্রতিটি স্পোর থেকে প্রথমে **অ্যামিবিউলা** (Amoebula) এবং পরে সেগুলি থেকে অ্যামিবার সৃষ্টি হয়।



চিত্র : 11.13 বহুভাজন পদ্ধতির পর্যায়ক্রমিক চিত্ররূপ

(iii) **স্পোরুলেসান** (Sporulation)ঃ সাম্প্রতিককালে **টেলর** (Tailor) দেখিয়েছেন যে প্রতিকূল পরিবেশে সিস্ট গঠন না করেই অ্যামিবা প্রোটিয়স স্পোরুলেসান পদ্ধতিতে বংশবিস্তার করে। প্রথমে নিউক্লীয় পর্দা বিলুপ্ত হয় এবং নিউক্লিয়স ভেঙ্গে ভেঙ্গে বহু **ক্রোমাটিন খণ্ড** (Chromatin blocks) গঠন করে (চিত্র ঃ 11.14)। এগুলি এণ্ডোপ্লাজমের আবর্তনের সঙ্গে ঘুরে বেড়ায়। পরে প্রতিটি ক্রোমাটিন খণ্ড নিউক্লীয় পর্দায় ঢাকা পরলে সম্পূর্ণ নতুন নিউক্লিয়স গঠিত হয়। এগুলি ক্রমশঃ সাইটোপ্লাজম খণ্ডে ঢাকা পড়ে। এইভাবে একসঙ্গে 200-র মতো অ্যামিবিউলা উৎপন্ন হয়। এরপর প্লাজমালিমা ফেটে স্পোরগুলি বেড়িয়ে পরে এবং জলের তলায় চলে গিয়ে সুপ্ত থেকে প্রতিকূল পরিবেশকে কাটিয়ে ওঠে। অনুকূল পরিবেশ পেলে প্রতিটি স্পোর ফুটে এক একটি নতুন অর্থাৎ অপত্য অ্যামিবা বেড়িয়ে আসে।



চিত্র : 11.14 স্পোরুলেসান পদ্ধতির পর্যায়ক্রমিক চিত্ররূপ

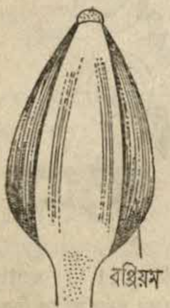
(iv) **সংশ্লেষ** (Conjugation)ঃ কোন কোন ক্ষেত্রে অ্যামিবায় ক্ষণস্থায়ী সংশ্লেষ লক্ষ্য করা গেছে। কিছু পরে অবশ্য এরা আবার পৃথক হয়ে যায়। ক্ষণকালের জন্য হলেও সংশ্লেষ প্রকৃতপক্ষে দুর্দম জীবন কাটাবার সুপ্ত বাসনা চরিতার্থ করার প্রয়াস মাত্র।

ফিতাকৃমি

[Tape worm]

11.7. সূচনা [Introduction]

ফিতার মতো লম্বা ও চ্যাপ্টা দেহবিশিষ্ট **প্ল্যাটিহেলমিনথিস** পর্বের এবং **সেসটোডা** (Cestoda) শ্রেণীর সব প্রাণীকে ফিতাকৃমি বলে। ফিতাকৃমি বলতে এই পর্বভুক্ত নির্দিষ্ট কোন গণ ও প্রজাতিকে বোঝায় না। ফিতাকৃমি সাধারণত অন্তঃপরজীবী হিসাবে মেরুদণ্ডী প্রাণীর অন্ত্রে বাস করে। মানুষের অন্ত্রে বসবাসকারী **সেসটোডা** শ্রেণীর ফিতাকৃমি দুটি বর্গে বিভক্ত: **সাইক্লোফাইলিডিয়া** (Cyclophyllidea) ও **সিউডোফাইলিডিয়া** (Pseudophyllidea)। প্রথমটির অন্তর্গত প্রাণীর মস্তক বা **স্কোলেক্সে** (Scolex) চারটি পেয়ালাকৃতি **চোষক** (sucker) থাকে। তাছাড়া পোষকের দেহে দৃঢ়ভাবে আটকে থাকার জন্য স্কোলেক্সে অনেকগুলি ছোট বড় হুক (Hook) থাকে। কিন্তু দ্বিতীয় বর্গভুক্ত প্রাণীর স্কোলেক্স অপেক্ষাকৃত লম্বা এবং সেখানে **বথ্রিয়ম** (Bothrium) নামে দুটি ভাঁজ দেখা যায়, তাতে কোন হুক থাকে না।



চিত্র : 12.15 সিউডোফাইলিডিয়া বর্গভুক্ত প্রাণীর স্কোলেক্সে বথ্রিয়ম ভাজ

সাইক্লোফাইলিডিয়া বর্গভুক্ত প্রাণীগুলির মধ্যে **টিনিয়া সোলিয়ম** (*Taenia solium*), **টিনিয়া স্যাজিনাটা** (*T. saginata*), **টিনিয়া একাইনোকক্কাস*** (*T. echinococcus*), **হাইমেনোলেপিস নানা** (*Hymenolepis nana*)** অন্যতম। সিউডোফাইলিডিয়া বর্গের সবচেয়ে পরিচিত ফিতাকৃতিটি হল **ডাইফাইলোবথ্রিয়ম লেটম** (*Diphyllobothrium latum*)।

টিনিয়া একাইনোকক্কাস মানুষ ও অন্যান্য যে কোন স্তন্যপায়ীকে আক্রমণ করে। বিস্তীর্ণ গোচারণ ভূমি সম্বলিত অস্ট্রেলিয়া, নিউজিল্যাণ্ড, আর্জেন্টিনা, আমেরিকার পশ্চিমাংশে এর প্রকোপ বেশী। মুখ্য পোষক কুকুরের সঙ্গে একত্রে গোচারণ ভূমিতে ঘুরতে ঘুরতে মানুষ ঘটনাচক্রে অন্তবর্তী পোষক হতে বাধ্য হয়। অসাবধানতাবশতঃ কুকুরের মল খাদ্যে মিশলে অথবা কুকুরকে আদর করার ফাঁকে এই কৃমির ডিম কুকুরের ঠোঁট, জিব, দেহগাত্র থেকে সরাসরি মানুষের দেহে সংক্রামিত হয়। বাচ্চারা এইভাবে সহজেই সংক্রামিত হতে পারে।

ডাইফাইলোবথ্রিয়ম লেটম প্রকৃতপক্ষে মাছকে আক্রমণ করে। সাইবেরিয়া, উত্তর-মধ্য ইউরোপ, জাপান, কানাডা ও আমেরিকায় এটির প্রকোপ বেশী। এর মুখ্য পোষক সাধারণত বেড়াল, ভল্লুক, শূকরছানা, শীল এবং কখনও কখনও মানুষ। আক্রান্ত মাছকে ঠিক মতো রান্না না করে খেলে সহজেই এরা মানুষের অন্ত্রে আশ্রয় নেয়।

---

* টিনিয়া একাইনোকক্কাস আগে—একাইনোকক্কাস গ্রানুলোসা নামে পরিচিত ছিল।

** এটি আগে টিনিয়া নানা নামে পরিচিত ছিল।

আগে উল্লেখিত ফিতাকৃমিগুলির সঙ্গে মানুষের সম্বন্ধ

নাম (Name)	মূখ্য পোষক (Primary host)	গৌণ পোষক (Secondary host)	মানুষের দেহে রোগের লক্ষণ (Symptoms in man)	রোগ নির্ণয় (Diagnosis)
1. টিনিয়া সোলিয়ম	মানুষ	শূকর	1. ক্ষুধা বৃদ্ধি 2. রোগা হয়ে যাওয়া 3. ক্ষুদ্রান্ত্রের প্রদাহ	মলে গ্রা ভি ড প্রোগ্লটিড (7-12টি জরায়ু শাখা) ও ডিমের উপস্থিতি
2. টিনিয়া স্যাজিনাটা	মানুষ	গরু	ঐ	মলে গ্রা ভি ড প্রোগ্লটিড (15-20টি জরায়ু শাখা) ও ডিমের উপস্থিতি
3. টিনিয়া একাইনো-কক্কাস	প্রধানতঃ কুকুর, নেকড়ে ও শেয়াল হতে পারে	মানুষ, গরু, শূকর, ভেড়া	ঐ	মলে অপত্য সিস্টসহ রসপূর্ণ থলির আকারের লার্ভা
4. হাইমে-নোলেপিস নানা	মানুষ	প্রয়োজন হয় না	1. অল্প আক্রমণে বিশেষ কোন উপসর্গ নেই 2. বেশী আক্রমণে পেটে সাংঘাতিক যন্ত্রণা	মলে ডিমের উপস্থিতি
5. ডাইফাইলোবথ্রিয়ম লেটম †	বেড়াল, ভল্লুক, শূকরছানা, সীল এমনকি মানুষ	মাছ	1. অন্ত্র, বিশেষ করে ইলিয়মের প্রদাহ 2. কোন কোন দেশে রক্তাল্পতা	মলে লম্বাটে কানকো-যুক্ত ডিম

নীচে মানুষের অন্ত্রে বসবাসকারী একটি আদর্শ ফিতাকৃমি হিসাবে **টিনিয়া সোলিয়মের** গঠন ও ক্রিয়াকলাপ আলোচনা করা হল।

টিনিয়া সোলিয়ম বা শূকরের ফিতাকৃমি

[*Taenia solium* **or Pork tapeworm**]

11.8. প্রাণিজগতে স্থান [Systematic Position]

[পর্ব (Phylum)—প্ল্যাটিহেলমিনথিস (Platyhelminthes); শ্রেণী (Class)—সেসটোডা (Cestoda); বর্গ (order)—সাইক্লোফাইলিডিয়া; গণ (Genus)—টিনিয়া)]

11.9 বসতি [Habitat]

টিনিয়া সোলিয়মের জীবন-চক্র মানুষ ও শূকর—এই দুই আশ্রয়দাতার অন্ত্রে অতিবাহিত হয়। মানুষ **মুখ্য পোষক** (Primary host), সেখানে যৌন দশা সম্পন্ন হয়। অযৌন

† মানুষের অন্ত্রে এই ফিতাকৃমির দৈর্ঘ্য 7.5 মিটার পর্যন্ত হয়।

দশা শূকরের মাংসপেশীতে সম্পন্ন হয়। শূকর হল **গৌণ পোষক** (Secondary host)। উভয়ক্ষেত্রেই প্রাণিটি অন্তঃপরজীবী হিসাবে বাস করে*।

11.10 দেহগঠন [Structure]

টিনিয়া সোলিয়মের দেহ সাদা, চ্যাপ্টা, লম্বা ফিতার মতো। দেহের অগ্রভাগ ও পশ্চাৎ ভাগকে সহজেই চেনা যায়। অগ্রভাগ আলপিনের মাথার মতো, পশ্চাৎভাগ ক্রমশঃ চওড়া। একটি পূর্ণবয়স্ক টিনিয়া সোলিয়মের দৈর্ঘ্য 5** মিটার পর্যন্ত হতে পারে। আলপিনের মতো মাথার সাহায্যে প্রাণিটি পোষকের অন্ত্রপ্রাকারে সংলগ্ন থাকে। অপর প্রান্ত অন্ত্রের মধ্যে এলোমেলোভাবে ঝুলতে থাকে। টিনিয়ার দেহ প্রধান তিনটি অংশে বিভক্ত, যথা—(1) **মস্তক** বা **স্কোলেক্স**, (2) **গ্রীবা**, (3) **স্ট্রবিলা**।

(1) **মস্তক** বা **স্কোলেক্স** (Scolex): টিনিয়ার দেহের অগ্রভাগে অবস্থিত আলপিনের মাথার মতো মাংসপিণ্ডকে মস্তক বা স্কোলেক্স বলে। এটির ব্যাস 1 মিলিমিটারের মতো। স্কোলেক্সের চারদিকে চারটি পেয়ালাকৃতি সামান্য উঁচু মাংসল **চোষক** (Sucker) বা **অ্যাসিটাবুলা** (Acetabula) আছে। তাছাড়া মাথার অগ্রভাগটি ক্রমশঃ উঁচু হয়ে গিয়ে **রস্টেলম** (Rostellum) গঠন করে। রস্টেলমকে চার দিক থেকে ঘিরে দু'সারি বাঁকা, সূচালো 22 থেকে 32টি পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত কাইটিননির্মিত ছোট-বড় হুক (Hook) থাকে। লম্বা হুকগুলি ও ছোট হুকগুলির ব্যাস যথাক্রমে 180μ ও 130μ। রস্টেলম প্রয়োজনমতো সংকুচিত ও প্রসারিত হতে পারে। প্রসারিত হলে হুকগুলি সামনের দিকে এগিয়ে যায়, সংকুচিত হলে পিছনের দিকে নেমে আসে। চোষক ও স্কোলেক্স উভয় অঙ্গই প্রাণিটিকে পোষকের অন্ত্রে দৃঢ়ভাবে লেগে থাকতে সাহায্য করে।

(2) **গ্রীবা** (Neck): স্কোলেক্সের ঠিক পিছনে মসৃণ বর্ধনশীল (region of proliferation) অপেক্ষাকৃত সরু*** অংশটিকে গ্রীবা বলে। এই অংশ থেকেই **প্রোগ্লটিড** (Proglottid) গঠিত হয়।

(3) **স্ট্রবিলা** (Strobila): গ্রীবার নীচ থেকে ক্রমশঃ চ্যাপ্টা ও বড় হয়ে যাওয়া 800 থেকে 900 প্রোগ্লটিড দ্বারা গঠিত শিকলকে **স্ট্রবিলা** বলে। গ্রীবার পরবর্তী প্রোগ্লটিডগুলি আকারে ছোট, কিন্তু পিছনের দিকে সেগুলি আকারে ক্রমশঃ বড়। উৎপন্নের ক্রমপর্যায় অনুসারে গ্রীবার নিকটের প্রোগ্লটিডগুলি নতুন ও অপরিণত। তেমনি স্ট্রবিলার শেষ প্রান্তের প্রোগ্লটিডগুলি

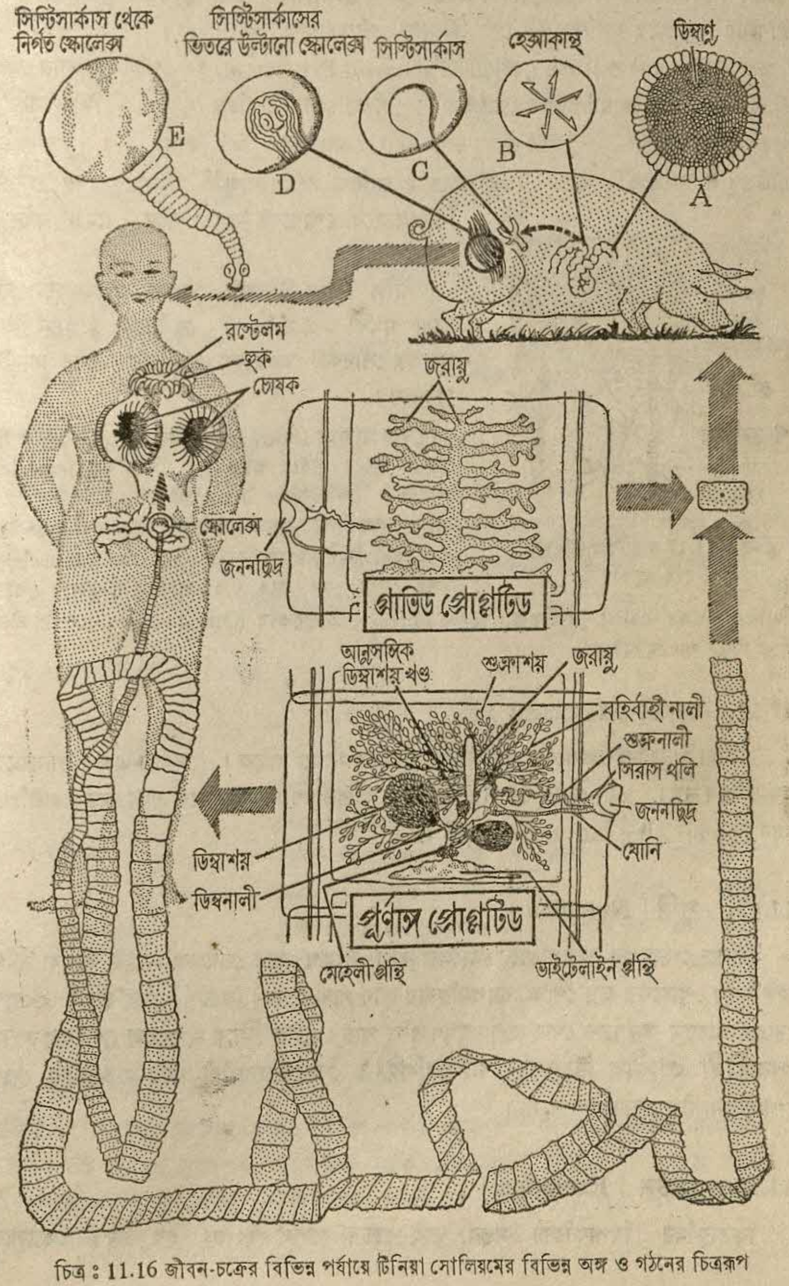
---

* ইউরোপ, আমেরিকা, আফ্রিকায় টিনিয়া সোলিয়মের প্রকোপ খুব বেশী। কারণ ঐ সব দেশে শূকরের মাংস খাওয়ার রেওয়াজ বেশী। মাংস সুসিদ্ধ না করে খাওয়ার ফলে মানুষের দেহে এটি সংক্রমিত হয়। অন্যান্য দেশে যেখানে শূকরের মাংস খাওয়ার রেওয়াজ আছে কিন্তু ঠিক মতো রান্না করা হয় না, সেই সব দেশের মানুষও এর দ্বারা আক্রান্ত হয়।

** অনেক বিজ্ঞানী টিনিয়ার দৈর্ঘ্য 9 মিটার পর্যন্ত হয় বলে উল্লেখ করেছেন। কিন্তু অধিকাংশ বিজ্ঞানীর মতে অনেকগুলি টিনিয়ার দেহের অংশবিশেষকে একসঙ্গে গুলিয়ে ফেলার জন্যই এই বিভ্রান্তি ঘটেছে।

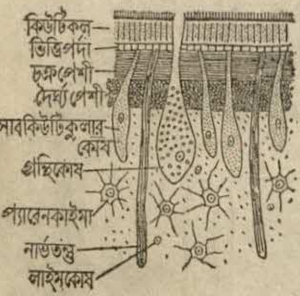
*** এই সরু অংশটিকে অনেকে খণ্ডক বা খণ্ডবিহীন অংশ বলে থাকেন। কিন্তু প্ল্যাটিহেলমিনথিস পর্বভুক্ত প্রাণীর দেহ মোটেই খণ্ডিত নয়। সুতরাং টিনিয়ার দেহে খণ্ডের উল্লেখ করা সমীচীন নয়।

পুরাতন ও পরিণত। গঠনের দিক থেকে প্রোগ্লটিডগুলি তিন প্রকার ঃ—(1) **অপরিণত**



চিত্র ঃ 11.16 জীবন-চক্রের বিভিন্ন পর্যায়ে টিনিয়া সোলিয়মের বিভিন্ন অঙ্গ ও গঠনের চিত্ররূপ

প্রোগ্লটিড (Immature proglottid) :—এই লম্বার চেয়ে চওড়ায় বেশী প্রোগ্লটিডগুলিতে কোন যৌন অঙ্গ থাকে না। (2) **পরিণত ও পূর্ণাঙ্গ প্রোগ্লটিড** (Mature proglottid) :—স্ট্রবিলার মধ্যভাগে অবস্থিত এই প্রোগ্লটিডগুলি বর্গক্ষেত্রাকার (Square) ; অর্থাৎ এদের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ সমান। (3) **গ্রাভিড প্রোগ্লটিড** (Gravid Proglottid) :—এগুলি স্ট্রবিলার শেষ প্রান্তে অবস্থিত সবচেয়ে পরিণত প্রোগ্লটিড। গ্রাভিড প্রোগ্লটিডগুলির দৈর্ঘ্য (12 মিলিমিটার) প্রস্থের প্রায় দ্বিগুণ। এগুলিতে জরায়ু ছাড়া অন্য কোন যৌন অঙ্গ থাকে না। স্বভাবতই গ্রাভিডগুলি ডিমে ভর্তি থাকে। এই অবস্থায় গ্রাভিড প্রোগ্লটিডগুলি টিনিয়ার দেহ থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পোষকের মলের সঙ্গে দেহের বাইরে বেড়িয়ে যায়।



চিত্র : 11.17 প্রস্থচ্ছেদে টিনিয়ার দেহ-প্রাকার

খালি চোখে টিনিয়ার পৃষ্ঠদেশ ও অঙ্কদেশের মধ্যে পার্থক্য করা যায় না। যে দিকে স্ত্রীজনন অঙ্গ মুক্ত হয় সেদিকটি অঙ্কদেশ এবং তার উল্টো দিকটি পৃষ্ঠদেশ।

দেহ-প্রাকার (Body wall) (চিত্র : 11.17) : টিনিয়ার দেহ-প্রাকারের বাইরে আছে পুরু কিউটিকল (cuticle) আবরণ। কিউটিকলের নীচে একটি বেসমেন্ট পর্দার পরে আছে দু'প্রস্থ পেশী। প্রথমটি **চক্রপেশী** (circular muscle) এবং দ্বিতীয়টি **দৈর্ঘ্যপেশী** (longitudinal muscle)। উভয় পেশী ভেদ করে যায় **সাবকিউটিকুলার কোষ** (Subcuticular cells), **নার্ভতন্তু** (Nerve fibres) ও **গ্রন্থিকোষ** (Gland cells)। পেশীর নীচে থাকে বিস্তৃত প্যারেনকাইমা।

11.11. চলন [Movement]

টিনিয়া পরজীবী হিসাবে পোষকের অন্ত্রপ্রাকারে সংলগ্ন থাকে। সেজন্য এদের স্থানান্তরে গমন সম্ভব নয়। তবে দেহস্থ পেশীর সংকোচন ও প্রসারণ মাধ্যমে দেহে একপ্রকার তরঙ্গায়িত চলন (undulating movement) সৃষ্টি হয়।

11.12. পুষ্টি [Nutrition]

টিনিয়া পোষকের অন্ত্রপ্রাকারে স্কোলেক্স দ্বারা সংলগ্ন থেকে স্কোলেক্স দিয়েই অথবা সমগ্র দেহ দিয়ে পোষকের অন্ত্র থেকে ব্যাপনক্রিয়ার জীর্ণ খাদ্য শোষণ করে। দেহ চ্যাপ্টা হওয়ায় দেহের আয়তন অনুপাতে শোষণতল বহুগুণ বৃদ্ধি পায়। **দেহ দিয়ে খাদ্যরস শোষণ করা পরজীবী প্রাণীর উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য।** সম্পূর্ণ পরজীবী বলে ফিতাকৃমির দেহে পৌষ্টিকনালীর প্রয়োজন হয় না।

11.13. রেচন [Excretion]

ফিতাকৃমির বিপাকক্রিয়া মন্থর, তাই রেচন পদার্থ উৎপন্ন হয় কম। স্কোলেক্সে

নেফ্রিডিয়াল প্লেক্সাস (চিত্র ঃ 11.18) সহ দেহের পুরো দৈর্ঘ্য বরাবর দু'জোড়া রেচননালী (পৃষ্ঠীয় ভেসেল ও অঙ্কীয় ভেসেল) বর্তমান। এগুলি অনুপ্রস্থ ভেসেল দ্বারা পরস্পর যুক্ত। যেসব শাখা-প্রশাখা এদের মধ্যে উন্মুক্ত হয় তাদের সঙ্গে যুক্ত থাকে **ফ্লেম কোষ** (Flame cells)। এগুলি দেহ থেকে রেচন পদার্থ শোষণ করে। দেহের শেষ প্রান্তে অবস্থিত ছিদ্র মাধ্যমে রেচন নালিকা বাইরে উন্মুক্ত হয়।

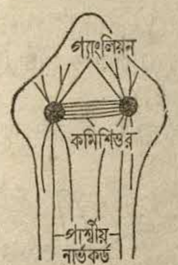


চিত্র ঃ 11.18 স্কোলেক্সে নেফ্রিডিয়াল প্লেক্সাস (বাঁদিকে) ও ফ্লেমকোষ (ডান দিকে)

11.14. শ্বসন [Respiration]

অন্তঃপরজীবী হিসাবে ফিতাকৃমি এমন পরিবেশে বাস করে যেখানে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণ খুবই কম। তাই তারা অবাতশ্বসন চালায়। এতে শক্তির উৎস হিসাবে গ্লাইকোজেন ব্যবহৃত হয় এবং শ্বসনের ফলে কার্বন-ডাইঅক্সাইড ও জৈব অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ব্যাপন ক্রিয়ায় এইসব বর্জ্যপদার্থ দেহমুক্ত হয়।

11.15. নার্ভতন্ত্র [Nervous System]



চিত্র ঃ 11.19 টিনিয়ায় নার্ভতন্ত্র

ফিতাকৃমির মস্তক বা স্কোলেক্সে একজোড়া স্ফীতকায় **গ্যাংলিয়ন** (ganglion) বর্তমান। গ্যাংলিয়ন দুটি আড়াআড়ি বিন্যস্ত **কমিশিওর** (Commissure) দ্বারা যুক্ত। গ্যাংলিয়ন দুটি থেকে পার্শ্বরেখা বরাবর শেষ প্রোগ্লটিড পর্যন্ত নীচের দিকে নেমে আসে একজোড়া **পার্শ্বীয় নার্ভ কর্ড** (lateral nerve cord); গ্যাংলিয়নগুলি থেকে উৎপন্ন কতকগুলি সূক্ষ্ম নার্ভ চোষক ও রস্টেলমে পৌঁছায়।

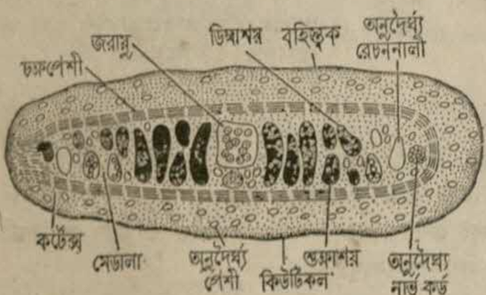
11.16. জননতন্ত্র [Reproductive System]

টিনিয়া সোলিয়ম উভলিঙ্গ প্রাণী, অর্থাৎ একই দেহে পুং ও স্ত্রী জননতন্ত্র বর্তমান। তবে জনন অঙ্গ প্রধানত দুশোতম প্রোগ্লটিডের পরে গঠিত হয়। পূর্বেই বলা হয়েছে, প্রথম দিকের প্রোগ্লটিডগুলিতে কেবল পুংজনন অঙ্গ থাকে, মধ্যের গুলিতে পুং ও স্ত্রী উভয় জনন অঙ্গই থাকে এবং শেষের দিকের গুলিতে কেবল জরায়ু থাকে।

দেহের মধ্যভাগের একটি পরিণত প্রোগ্লটিডের গঠন

1. **পুংজনন অঙ্গ** (Male reproductive organs) : এটি (i) শুক্রাশয় (Testis) (ii) বহির্বাহী নালী (Efferent ducts) : (iii) শুক্রনালী (vas deferens) (iv) সিরাস (Cirrus) ও (v) সিরাস থলি (Cirrus sac) দ্বারা গঠিত।

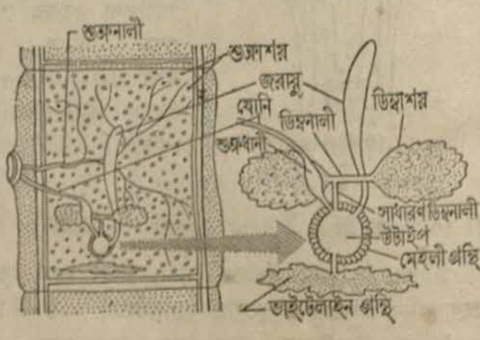
প্রতিটি প্রোগ্লটিডে প্রায় 500 গোলাকার **শুক্রাশয়** ছড়িয়ে থাকে। প্রতিটি শুক্রাশয় থেকে নির্গত নালীকে **বহির্বাহী নালী** বলে। এই নালীগুলি একত্রিত হয়ে **শুক্রনালী** নামে একটি বৃহৎনালী গঠন করে। শুক্রনালী কুণ্ডলী পাকিয়ে থাকে এবং শেষ পর্যন্ত **সিরাস** বা **পেনিস** (Penis) নামে একটি সরু প্রসারণশীল অংশ গঠন করে। সিরাসের শেষ প্রান্তে পুংজনন ছিদ্র অবস্থিত। প্রোগ্লটিডের পাশের দিকে স্ত্রীজনন ছিদ্রের বা যোনি ছিদ্রের সমান্তরাল রেখায় পুংজনন ছিদ্র বিন্যস্ত থাকে। পেশীবহুল **সিরাস থলি** (Cirrus sac)-তে (চিত্র : 11.16) সিরাস আবদ্ধ থাকে। জননছিদ্র **জেনিটাল অ্যাট্রিয়াম** (Genital atrium) নামে ক্ষুদ্র থলিতে উন্মুক্ত হয়। সিরাস প্রসারণশীল হওয়ায় সেটি ঐ অ্যাট্রিয়ামের বাইরে আসতে পারে এবং পুনরায় অ্যাট্রিয়ামের মধ্যে প্রবেশ করতে পারে।



চিত্র : 11.20 একটি পরিণত প্রোগ্লটিডের প্রস্থচ্ছেদ

2. **স্ত্রীজনন অঙ্গ** (Female reproductive organs) : এটি (i) ডিম্বাশয় (Ovary) ; (ii) ডিম্বনালী (Oviduct) ; (iii) জরায়ু (Uterus) ; (iv) উটাইপ (Ootype) ; (v) যোনি বা ভ্যাজাইনা (Vagina) ; (vi) ইয়ক বা ভাইটেলাইন গ্রন্থি (Yolk gland or vitelline gland) ও (vii) খোলক গ্রন্থি (Shell gland) বা মেহলীগ্রন্থি (Mehli's gland) দ্বারা গঠিত (চিত্র : 11.21)।

প্রোগ্লটিডের পিছনের দিকে দু'পাশে দুটি অসমান ডিম্বাশয় অবস্থিত। প্রতিটি ডিম্বাশয়ে অসংখ্য শাখাযুক্ত নালী থাকে। নালীগুলিতেই ডিম্বাণু উৎপন্ন হয়। উভয় পাশের নালীগুলি একত্রিত হয়ে গঠন করে **সাধারণ ডিম্বনালী** (Common oviduct)। প্রোগ্লটিডের একেবারে পিছনে অবস্থিত **ইয়ক বা ভাইটেলাইন গ্রন্থি** ও সাধারণ ডিম্বকনালীর সংযোগস্থলে বেলুনের মতো স্ফীত অংশটির নাম **উটাইপ** (Ootype)। এখানেই ডিম্বাণু পরিণত ও নিষিক্ত হয়। উটাইপের চারদিকে



চিত্র : 11.21 টিনিয়ার পুং ও স্ত্রী জননতন্ত্র

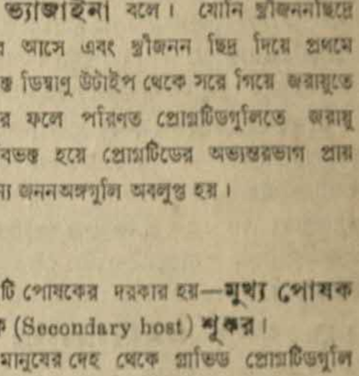
অসংখ্য এককোষী **খোলক গ্রন্থি** বা **মেহলী গ্রন্থি** যুক্ত থাকে। ডিম্বনালীর নিকটবর্তী অংশে উটাইপ থেকে একটি গদাকৃতি বদ্ধ থলি প্রোগ্লটিডের উপরের দিকে উঠে যায়। এটিকে **জরায়ু** বলে।

উটাইপ থেকে অন্য একটি নালী উৎপন্ন হয়ে আড়াআড়ি ভাবে উঠে গিয়ে **যৌনগহ্বর** বা **জেনিটাল অ্যাট্রিয়ম** (genital atrium)-এ উন্মুক্ত হয়। নলটির প্রথমাংশে নিষেক ক্রিয়া সম্পন্ন হয় বলে ঐ অংশটিকে **নিষেকনালী** (fertilization duct) এবং পরবর্তী অংশটিকে **যোনি** বা **ভ্যাজাইনা** বলে। যোনি স্ত্রীজননছিদ্রে উন্মুক্ত হয়। শুক্রাণু সিরাস মারফৎ যৌন-গহ্বরে আসে এবং স্ত্রীজনন ছিদ্র দিয়ে প্রথমে যোনি ও পরে নিষেক নালীতে পোঁছায়। নিষিক্ত ডিম্বাণু উটাইপ থেকে সরে গিয়ে জরায়ুতে জমা হয়। ক্রমাগত নিষিক্ত ডিম্বাণু গ্রহণ করার ফলে পরিণত প্রোগ্লটিডগুলিতে জরায়ু অপেক্ষাকৃত স্ফীত হয় এবং বহু শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়ে প্রোগ্লটিডের অভ্যন্তরভাগ প্রায় পুরোপুরি দখল করে বসে। এইসঙ্গে সেখানে অন্য জননঅঙ্গগুলি অবলুপ্ত হয়।

11.17 জীবন-চক্র [Life-cycle]

টিনিয়া সোলিয়মের জীবনচক্র সম্পূর্ণ করতে দুটি পোষকের দরকার হয়—**মুখ্য পোষক** (Primary host) **মানুষ** এবং **গৌণ পোষক** (Secondary host) **শূকর**।

পরিণত প্রাণী মানুষের ক্ষুদ্রান্ত্রে বাস করে। মানুষের দেহ থেকে গ্রাভিড প্রোগ্লটিডগুলি মলের সঙ্গে দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয়। কয়েকদিন পর প্রোগ্লটিডের দেহ গলে গিয়ে ডিম্বাণুগুলি মুক্ত হয়। এই অবস্থায় ডিম্বাণুগুলিকে **হেক্সাকান্থ** (Hexacanth) বা **অনকোস্ফিয়ার** (Onchosphere) বলে (চিত্র : 11.16B ও 11.22। প্রোগ্লটিডের মধ্যে নিষিক্ত ডিম্বাণু বিভাজিত হয়ে যে কোষপিণ্ড গঠন করে তা থেকে উৎপন্ন হয় ছয় অঙ্কুশবাহী (Hooked) ভ্রূণ। ছয়টি অঙ্কুশ থাকার জন্য একে **হেক্সাকান্থ ভ্রূণ** (Hexacanth embryo) বলা হয়।



চিত্র : 11.22 টিনিয়ার জীবন-চক্র

শূকরের দেহে সংক্রমণ ও পরিস্ফুটন : গৌণ পোষক (শূকর) খাবারের সঙ্গে হেক্সাকান্থসহ প্রোগ্লটিড খেয়ে ফেলে। শূকরের দেহে হেক্সাকান্থের নানারূপ পরিবর্তন ঘটে এবং পরিশেষে **সিস্টিসার্কাস** (Cysticercus) বা **ব্লাডারওয়ার্ম** (Bladder-worm) সৃষ্টি হয় (চিত্র : 11.16C ও 11.22)। প্রথমে শূকরের পাকস্থলী রসে প্রোগ্লটিড ও ডিমের খোলক গলে যায় এবং ছয় অঙ্কুশবাহী **হেক্সাকান্থ ভ্রূণ** মুক্ত হয়। সেগুলি শূকরের অন্ত্র-গাত্র ভেদ ক'রে পোর্টাল শিরাতন্ত্রের মাধ্যমে সিস্টেমিক রক্তচক্রে প্রবেশ করে এবং পরে রক্তের সঙ্গে যকৃৎ, হৃৎপিণ্ড, ফুসফুস প্রভৃতি অঙ্গে পোঁছায়। সবশেষে হেক্সাকান্থ ভ্রূণ জিব, গলা, কাঁধ এবং হৃৎপিণ্ডের মাংসপেশীতে আসে। এইসব স্থানে হেক্সাকান্থ

ভ্রূণ অঙ্কুশ ত্যাগ করে **সিস্ট** (Cyst) গঠন করে। মধ্যে রসপূর্ণ গহ্বর থাকায় সিস্টকে ফাঁপা বলের মতো দেখায়। এরপর সিস্টের আকার বাড়তে থাকে এবং কোন এক বিন্দুতে সিস্টের দেওয়াল ভিতরের দিকে ঢুকে যেতে থাকে [**ইনভ্যাজিনেসান** (Invagination)] (চিত্র : 11.16C)। এইভাবে সিস্টের ভিতরে ঢুকে পড়া অংশ থেকে আলপিনের মাথার মতো **প্রোস্কোলেক্স (**Proscolex) বা **প্রাথমিক মস্তক** গঠিত হয় (চিত্র : 11.16D)। প্রোস্কোলেক্সটি পরে ভিতরের দিক থেকে বাইরের দিকে উল্টে যায় [**ইভ্যাজিনেসান** (evagination)] (চিত্র : 11.16E) এবং তাতে অঙ্কুশ ও চোষক গঠিত হয়। উল্টে যাবার পর সিস্টটিকে একটি থলির মতো দেখায়। সিস্টটির এই দশার নাম **সিস্টিসার্কাস** বা **ব্লাডারওয়ার্ম** (C—E)। শূকরের পেশীতে এগুলিকে সাদা বিন্দুর মতো দেখায়। মুখ্য পোষকের দেহে সংক্রামিত না হওয়া পর্যন্ত সিস্টিসার্কাসের পরবর্তী পরিস্ফুটন সম্ভব হয় না।

মানুষের দেহে সংক্রমণ ও পরিস্ফুটন : সিস্টিসার্কাসযুক্ত শূকরের মাংস ঠিক-মতো রান্না না করে অর্থাৎ অসিদ্ধ বা অর্ধসিদ্ধ মাংস খেলে তবেই মানুষের দেহে টিনিয়া সংক্রামিত হয়। তারপর থলি ত্যাগ ক'রে সিস্টিসার্কাস মানুষের ক্ষুদ্রান্ত্রের গায়ে স্কোলেক্সের চোষক ও হুক বা অঙ্কুশের সাহায্যে আটকে যায়। ক্রমশঃ স্কোলেক্সের নিম্নাংশ থেকে মুকুলোদগম পদ্ধতিতে প্রোগ্লটিড গঠিত হতে থাকে। এইভাবে ক্রমশঃ সেটি একটি পূর্ণাঙ্গ ফিতাকৃমিতে পরিণত হয়।

11.18. টিনিয়ার পরজীবীত্বজনিত গঠন বৈশিষ্ট্য [Structural peculiarities of *Taenia* due to parasitism] :

অন্তঃপরজীবীরূপে বাস করার জন্য টিনিয়ার দেহে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায় :

(1) দেহে চলন অঙ্গ নেই।

(2) পোষকের দেহে সংলগ্ন থাকার জন্য চোষক ও অঙ্কুশ বা হুক গঠিত হয়।

(3) পাচনতন্ত্র থাকে না, প্রয়োজনীয় পুষ্টিরস দেহগাত্র দিয়ে শোষিত হয়।

(4) শোষণের এলাকা বৃদ্ধির জন্য দেহ উপর-নীচে চাপা ও ফিতার মতো হয়।

(5) প্রজাতি রক্ষার তাগিদে সুগঠিত জননতন্ত্রের মাধ্যমে টিনিয়ার জনন হার অত্যধিক। প্রাণিটি উভলিঙ্গ, তাই সেখানে স্বনিষেক ঘটে। স্থানান্তরের সময় ভ্রূণের অপচয় পূরণের জন্য অজস্র হেক্সাকান্থ ভ্রূণ গঠিত হয়।

(6) অন্যান্য তন্ত্র সরলীকৃত।

(7) অবাতশ্বসন পরিচালনায় সক্ষম, কারণ অন্ত্রের পরিবেশে উপযুক্ত অক্সিজেন দুর্লভ।

(8) টিনিয়ার দেহের বাইরে শক্ত কিউটিকল থাকে, যার ফলে পোষকের জারকরস প্রাণীটির কোন ক্ষতি করতে পারে না।

11.19. ফিতাকৃমি আক্রমণের ফলাফল [Effect of *Taenia* infection]:

টিনিয়ার আক্রান্ত রোগীর (i) **বমনেচ্ছা** (Nausea) প্রবল হয় ; (ii) **পেটের যন্ত্রণা** (Abdominal pain) থাকে ; (iii) **রক্তাল্পতা** (Anaemia) দেখা দেয় ; (iv) **স্নায়ুবৈকল্য** (Nervous disorder) হতে পারে ; (v) মস্তিষ্কে পৌঁছালে রোগীর মৃত্যু হয় ; (vi) সংখ্যায় বেশী থাকলে অন্ত্র বুজে গিয়ে খাদ্য চলাচলে বাধা সৃষ্টি করে এবং অন্ত্রের ক্ষতিসাধন করে। টিনিয়া সৃষ্ট রোগের নাম **টিনিয়াসিস** (Taeniasis)।

11.20. আক্রমণ প্রতিরোধের উপায় [Preventive measures]

(i) পয়ঃপ্রণালী ব্যবস্থার যথাযথ উন্নতি সাধন করতে হবে, যাতে শূকর মানুষের সংক্রামিত মল ভক্ষণ করার সুযোগ না পায়।

(ii) শূকরের মাংস রান্না করার সময় তাকে ছোট ছোট খণ্ড করে উপযুক্ত ভাবে সিদ্ধ করে নিতে হবে।

(iii) মাংস ঝলসে খেলে তাকে ছোট ছোট খণ্ডে বিভক্ত করে নিতে হবে, কারণ বড় খণ্ডের মাংস মধ্যিখানে কাঁচা থাকে।

(iv) শূকরের মাংস ঠাণ্ডা করে বা ফ্রিজে রেখে দিলে অতিরিক্ত ঠাণ্ডায় সিস্টিসার্কাস মরে যায়। তাই ফ্রিজের মাংস ব্যবহার করা চলে।

(v) রোগাক্রান্ত হলে উপযুক্ত ঔষধ গ্রহণের ব্যবস্থা করতে হবে।

ডাক্তাররা অনেক রকমের ঔষধের ব্যবস্থা দেন, তবে সবচেয়ে কার্যকর ঔষধটি হল **অ্যাক্রানিল** (Acranil)। অনেকে **কার্বন টেট্রাক্লোরাইড** (Carbon tetrachloride) ও **হেক্সাইল-রিসরসিনল** (Hexyl resorcinol) ব্যবহার করার নির্দেশ দেন।

গিনিপিগ

[Guineapig]

11.21. (i) প্রাণিজগতে স্থান [Systematic Position]

[পর্ব (Phylum)—কর্ডাটা (Chordata) ; উপপর্ব (Sub-phylum)—ভার্টিব্রাটা (Vertebrata) ; অধিশ্রেণী (Superclass)—ন্যাথোস্টোমাটা (Gnathostomata) ; শ্রেণী (Class)—মামেলিয়া (Mammalia) বা স্তন্যপায়ী ; বর্গ (Order)—রোডেনসিয়া (Rodentia) ; গণ (Genus)—কেভিয়া (*Cavia*) ; প্রজাতি (Species) – পোরসেলস (*porcellus*)] ।

(ii) **বসতি** (Habitat) : ইঁদুর জাতীয় (Rodentia) স্তন্যপায়ী প্রাণী গিনিপিগ মাটির নীচে গর্তে বাস করে। পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র এদের দেখা যায়। তৃণজাতীয় বিরুৎ গিনিপিগের প্রিয় খাদ্য, অর্থাৎ এরা শাকাশী (Herbivores)। বন্য হলেও ভিরু প্রকৃতির এই প্রাণিটি গৃহপালিত পশুর মর্যাদার অধিকারী।

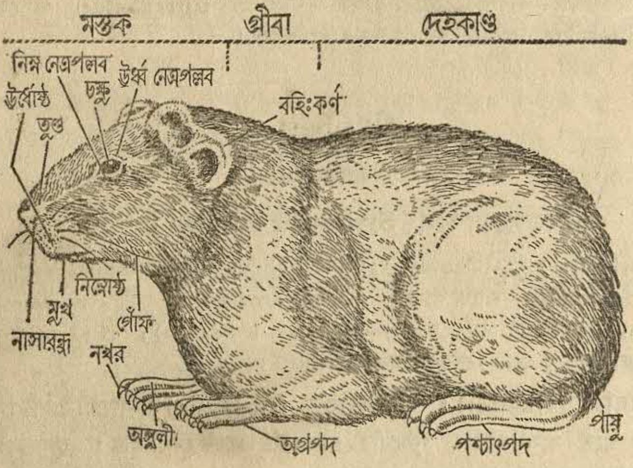
(iii) **বহিরাকৃতি** (External features) : গিনিপিগের দ্বিপার্শ্বীয় প্রতিসম (bilaterally symmetrical) দেহ **মস্তক, গ্রীবা** ও **দেহকাণ্ড** বা **ধড়ে** বিভক্ত। এদের দেহ 15—20 সেন্টিমিটারের মতো লম্বা হয়। গিনিপিগের রং সাধারণত পিঙ্গল—তবে মাঝে মাঝে ধূসর ও সাদা রং-এর ছোপ থাকে। পদতল, মাথার শীর্ষদেশ ও নাসারন্ধ্রের পরবর্তী অংশ ছাড়া দেহের সর্বত্র লোমে ঢাকা থাকে।

মস্তক (Head) : মাথা দেহের তুলনায় ছোট এবং মোটামুটি ত্রিকোণাকার। মাথার প্রসারিত অগ্রভাগকে **তুণ্ড** (Snout) বলে। তুণ্ডের শেষপ্রান্তে নাসিকা এবং নাসিকার দু'পাশে দুটি **বহিঃনাসারন্ধ্র** (external nostrils) অবস্থিত। নাসিকার নীচে দু'পাশ থেকে উদ্গত শক্ত লম্বা ও সংবেদী (sensory) লোমগুলিকে **গোঁফ** বা **ভাইব্রিসি** (Vibrissae) বলে। নাসিকার নীচে আছে মুখ। মুখ **উর্ধ্বোষ্ঠ** ও **নিম্নোষ্ঠ** দ্বারা আবদ্ধ। উর্ধ্বোষ্ঠের মাঝখানটি কাটা (cleft) থাকায় ঐ স্থান দিয়ে সামনের কৃন্তক (Incisors) দাঁত 2টি দেখা যায়। নাসারন্ধ্রের পিছনে মাথার উভয়দিকে আছে দুটি বড় বড় গোল চোখ। চোখে তিনটি **নেত্রপল্লব** (eyelid) আছে। উপরের ও নীচের পাতা বা চক্ষুপল্লব সঞ্চারণশীল। চোখের পাতায় জল নেই। উপরের ও নীচের নেত্রপল্লবের মাঝে অবস্থিত **উপপল্লব** (nictitating membrane) চোখের কোণে ক্ষয়িষ্ণু অঙ্গ হিসাবে অবস্থান করে। চোখের

পাতায় আছে অসংখ্য রেঁায়া (eye lash)। প্রতিটি চোখের পিছনে একটি করে সঞ্চারণশীল **বহিঃকর্ণ** বা **পিনা** (External ear or Pinna) বর্তমান।

গ্রীবা (Neck): মাথা ও ধরের মধ্যবর্তী স্বল্পপরিসর অংশটি গ্রীবা। এটিকে যেদিকে খুশী ঘোরান যায়।

দেহকাণ্ড বা **ধর** (Trunk): গ্রীবার পিছন থেকে গিনিপিগের দেহের শেষ প্রান্ত পর্যন্ত অংশ দেহকাণ্ড বা ধড়। এটি গোলাকার ও প্রশস্ত। ধড়ের অগ্রভাগ **বক্ষ** বা **থোরাক্স**



চিত্র: 11.23 গিনিপিগের বহিরাকৃতি

(Thorax) এবং পশ্চাৎভাগ **উদর** বা **অ্যাবডোমেন** (Abdomen)। অগ্রভাগ ও পশ্চাৎভাগে একজোড়া করে পদ আছে। **বাহু, পুরোবাহু, করতল** ও চারটি নখরযুক্ত **অঙ্গুলি** দ্বারা অগ্রপদ (forelimb) গঠিত। **উরু, জানুতল, পদপাত** ও তিনটি নখরযুক্ত **অঙ্গুলি** দ্বারা পশ্চাৎপদ (hindlimb) গঠিত। পশ্চাৎপদ দৃঢ়, মজবুত ও অপেক্ষাকৃত লম্বা। গর্ত করার জন্য অগ্রপদ এবং লাফ দেবার জন্য পশ্চাৎপদ ব্যবহৃত হয়। উদরের নীচের দিকে স্ত্রীঅঙ্গে দুটি স্তনবৃন্ত (Teats) বর্তমান। পশ্চাৎপদের মধ্যবর্তী অংশে উদরের শেষে **পায়ু** (anus) অবস্থিত। পায়ুর সম্মুখভাগে রেচন-জনন ছিদ্র (urinogenital aperture) বর্তমান। স্ত্রী গিনিপিগের এই ছিদ্রটির নাম ভালভা (vulva)। পুরুষ গিনিপিগের দুই পশ্চাৎপদের মাঝে চামড়ায় ঢাকা **অণ্ডকোষ** (Testes) থাকে।

11.22. ত্বক [Skin]

গিনিপিগের ত্বক প্রধান দুটি অংশে বিভক্ত—বাইরেরটি **বহিস্ত্বক** (Epidermis) এবং ভিতরেরটি **অন্তস্ত্বক** (Dermis)।

বহিস্ত্বক: বহিস্ত্বক পুনরায় চারটি স্তরে বিভক্ত—বাইরের মৃত কোষ দ্বারা গঠিত দৃঢ় স্তরটি **স্ট্রাটম কর্নিয়ম** (Stratum Cornium) এবং একেবারে ভিতরের স্তরটি **স্ট্রাটম ম্যালপিঘি** (Stratum Malpighii) বা **স্ট্রাটম জারমিনেটিভম** (Stratum

germinativum)। এই স্তরের জীবিত কোষগুলি ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে উপরের স্তর সৃষ্টি করে। এই দুটি স্তরের মধ্যে থাকে আরো দুটি স্তর; স্ট্রাটম কর্নিয়ম সংলগ্ন স্তরটি হল **স্ট্রাটম লুসিডম** (Stratum lucidum) এবং তার নীচে স্তরটি **স্ট্রাটম গ্রানুলোসম** (Stratum granuosum)। বহিস্ত্বকে অবস্থিত **ক্রোমাটোফোর** (Chromatophore) বা **মেলানোফোর** (Melanophore) নামে রঙ্গক কোষগুলি প্রকৃতপক্ষে গাত্রবর্ণ নির্ধারণ করে।



চিত্র : 11.24 গিনিপিগের ত্বকের অন্তর্গঠন

অন্তস্ত্বক : এটি তন্তুময় যোগকলায় (Fibrous connective tissue) গঠিত। এই স্তরে রক্তবাহ, নার্ভতন্তু, চর্বিকোষ ও **হেয়ার ফলিকল** (hair follicle) ছড়িয়ে থাকে। হেয়ার ফলিকলের ভিতরে **হেয়ার প্যাপিলা** (Hair papilla) বর্তমান। হেয়ার ফলিকল থেকেই রোম উৎপন্ন হয়। হেয়ার ফলিকল তির্যকভাবে বহিস্ত্বক ভেদ করে যায়; তাই রোমগুলিও ত্বকের বাইরে বেড়িয়ে আসে। প্যাপিলাগুলি ইরেকটর পেশীর (erector muscle) সঙ্গে সংলগ্ন থাকায় ঐসব পেশীর সংকোচনে বা প্রসারণে রোম যথাক্রমে ত্বকের উপরে খাড়া হয়ে দাঁড়িয়ে যায় বা শুয়ে পড়ে। ফলিকলের সঙ্গে যুক্ত **ঘর্মগ্রন্থি** বা **সেবেসিয়াস গ্রন্থি** (Sebaceous glands) থেকে যে তৈলাক্ত পদার্থ ক্ষরিত হয় তাকে **সেবম** (Sebum) বলে। এছাড়া প্যাঁচানো ঘর্মগ্রন্থিগুলি সোজা নলাকারে উপরে উঠে গিয়ে ত্বকের বাইরে উন্মুক্ত হয়। ঘর্মগ্রন্থি **স্বেদ** বা **ঘাম** (Sweat) উৎপন্ন করে।

ত্বকের কাজ (Function of skin) : (1) আবরণ তৈরী করে **আঘাত জনিত ক্ষয়ক্ষতি** থেকে দেহকে রক্ষা করে। (2) বিভিন্ন প্রকার **অনুভূতি গ্রহণ** করে। (3) ঘর্মগ্রন্থি নিঃসৃত স্বেদ বা ঘাম দেহের **তাপমাত্রা বজায়** রাখে এবং দেহ থেকে **বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশনে** সাহায্য করে। (4) দেহত্বক মসৃণ রাখার জন্য সেবেসিয়াস গ্রন্থি **তৈল জাতীয় পদার্থ ক্ষরণ** করে। (5) **ফ্যাট সঞ্চয়** করে।

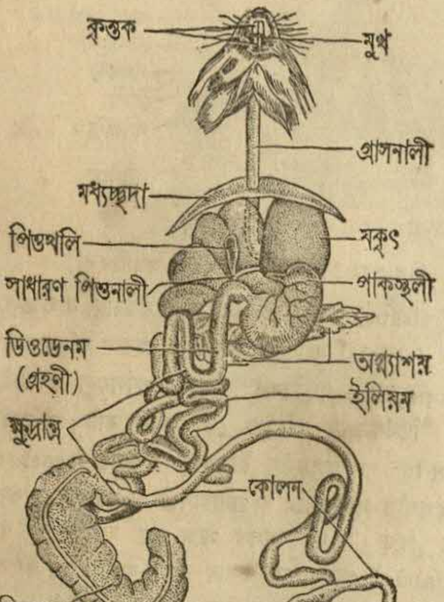
11.23 দেহগহ্বর [Body Cavity]

মধ্যচ্ছদা বা **ডায়াফ্রাম** (Diaphragm) নামে একটি পর্দার দ্বারা দেহগহ্বর অসমান দুটি অংশ—অর্থাৎ সামনের স্বল্পপরিসর **বক্ষগহ্বর** (Thoracic cavity) ও পিছনের প্রশস্ত **উদর গহ্বর** (Abdominal cavity)-এ বিভক্ত। বক্ষগহ্বরে হৃৎপিণ্ড ও ফুসফুস এবং উদর গহ্বরে যকৃৎ, বৃক্ক, অন্ত্র, জননঅঙ্গ প্রভৃতি অবস্থিত।

11.24. পাচনতন্ত্র [Digestive system]

গিনিপিগের পাচনতন্ত্র **পৌষ্টিক নালী** (Alimentary canal) ও **পৌষ্টিক গ্রন্থি** (Digestive gland) নিয়ে গঠিত।

পৌষ্টিক নালী (Alimentary canal) : এটি মুখছিদ্র থেকে সুরু হয়ে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত। গিনিপিগ **তৃণভোজী** (herbivorous) প্রাণী। তৃণ থেকে উপযুক্ত পুষ্টি লাভ করার জন্য খাদ্য বহুক্ষণ পৌষ্টিকনালীতে থাকা প্রয়োজন। সেই কারণে এদের পৌষ্টিকনালী অত্যন্ত দীর্ঘ। দীর্ঘ পৌষ্টিকনালী উদর গহ্বরে মেসেণ্টারী পর্দার বাঁধনে ঝুলে থাকে। গিনিপিগের পৌষ্টিকতন্ত্র **মুখ, জিব, দাঁত, মুখ-গলবিলীয় গহ্বর** বা **বাকোফেরিঞ্জিয়াল গহ্বর, গ্রাসনালী, পাকস্থলী, ক্ষুদ্রান্ত্র, বৃহদন্ত্র** এবং **পায়ু** নিয়ে গঠিত।



চিত্র : 11.25 গিনিপিগের পাচনতন্ত্র

মুখ (Mouth) : দেহের অগ্র-প্রান্তে অপেক্ষাকৃত অপরিসর মুখটি দুটি সঞ্চারণশীল ওষ্ঠ (lip) দ্বারা আবদ্ধ। মুখটি যে প্রশস্ত প্রকোষ্ঠে উন্মুক্ত হয় তাকে **মুখ-গলবিলীয় গহ্বর** বলে। মুখ-গলবিলীয় গহ্বরের মেঝেতে **জিব** সংলগ্ন থাকে। জিবটি সামনের দিকে মুক্ত, জিবে থাকে অসংখ্য **স্বাদ-কোরক** (Taste buds)। জিব খাদ্যকে লালার সঙ্গে মিশিয়ে চিবানোর জন্য দাঁতের মধ্যে পাঠায় অথবা গলাধঃকরণে সাহায্য করে।

দাঁত (Teeth) : গিনিপিগের দাঁত অন্যান্য স্তন্যপায়ীর দাঁতের মতো বিভিন্ন আকৃতির অর্থাৎ হেটারোডন্ট (Heterodont; hetero = বিভিন্ন), দাঁতগুলি চোয়ালের কোঠরে (socket) বসান থাকে*। তাছাড়া এদের দুধে দাঁত অন্যান্য স্তন্যপায়ীর মতো পড়ে যায়, সেখানে নতুন করে স্থায়ী দাঁত গজায়**। এদের দাঁত তিন রকমের—(i) কৃন্তক (Incisor), (ii) অগ্রপেষক (Premolar) এবং (iii) পেষক (Molar)। বাটালির মতো দেখতে কৃন্তক চোয়ালের হাড়ের সম্মুখভাগে (ডায়াসটেমায়) যুক্ত। এগুলি দিয়ে তৃণকে খণ্ড খণ্ড করা হয়। অগ্রপেষক ও পেষকের মাথা প্রশস্ত বলে তৃণকে উপযুক্ত ভাবে চিবানো সম্ভব হয়।

---

* এই ধরনের দাঁতকে থিকোডন্ট (Thecodont ; Theca = কাপ + dont = দাঁত)।

** দুবার গজায় বলে এই ধরনের দাঁতকে ডাইফিওডন্ট (diphyodont) বলে।

কৃন্তক ও অগ্রপেষকের মধ্যবর্তী ছেদকদন্ত (canine) বিহীন স্থানটিকে ডায়াসটেমা বলে। নীচে গিনিপিগের দাঁতের ফরমুলা (dental formula) দেওয়া হল:—

কৃন্তক $\frac{1}{1}$, ছেদক $\frac{0}{0}$, অগ্রপোষক $\frac{1}{1}$, পোষক $\frac{3}{3}$=10.

গ্রাসনালী (Oesophagus): শ্বাসনালীর পিছন দিক দিয়ে পৌষ্টিক নালীর যে নলাকার অংশটি মুখ-গলবিলীয় গহ্বর থেকে সরাসরি নেমে এসে মধ্যচ্ছদা ভেদ করে পাকস্থলীতে মুক্ত হয় তাকে গ্রাসনালী বলে। খাদ্য গলাধঃকরণের সময় ছাড়া গ্রাসনালীর ছিদ্র বন্ধ থাকে, তাই শ্বসনের কাজ বিনা বাধায় চলতে পারে।

পাকস্থলী (Stomach): পাকস্থলী একটি বাঁকা স্থূল থলিবিশেষ। এর দুটি অংশ—হৃৎপিণ্ডের নিকটবর্তী প্রসারিত অংশটি **হার্দ পাকস্থলী** (Cardiac Stomach) এবং দূরবর্তী সংকুচিত অংশটি **প্রণালিকা পাকস্থলী** (Pyloric Stomach)। গ্রাসনালী ও হার্দ পাকস্থলীর সংযোগস্থল **হার্দ-কপাটক** (Cardiac valve) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। একইভাবে প্রণালিকা পাকস্থলীর শেষাংশ প্রণালিকা স্ফিংটার (Sphincter) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। পাকস্থলীর প্রাকার স্থূল এবং এর উপরের মিউকাস পর্দায় অসংখ্য পরিপাক গ্রন্থি (digestive gland) বর্তমান।

অন্ত্র (Intestine): পাকস্থলী থেকে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত সুদীর্ঘ নলকে অন্ত্র বলে। অন্ত্রের প্রধানত দুটি অংশ—**ক্ষুদ্রান্ত্র** (Small intestine) ও **বৃহদন্ত্র** (Large intestine)। ক্ষুদ্রান্ত্রের 'U' আকৃতির প্রথমাংশকে **গ্রহণী** বা **ডিওডেনম** (duodenum) বলে। গ্রহণীতে যকৃৎ থেকে আসা সাধারণ **পিত্তথলি** (gall bladder) যুক্ত থাকে। পরবর্তী প্রলম্বিত ও কুণ্ডলীকৃত অংশটি **ইলিয়ম** (Ileum)। ইলিয়ম অংশটি অন্ত্রের সর্বাপেক্ষা দীর্ঘ* ও সরু অঞ্চল। অল্প পরিসরে এর স্থান সঙ্কুলান করার জন্য মেসেনটারী পর্দার আধারে একে গুটিয়ে থাকতে হয়। ইলিয়মের ভিতরের গা থেকে অসংখ্য আঙুলের মতো অঙ্গ—**ভিলি** (villi) উদগত হয়। ভিলি পাচিত খাদ্যরস শোষণ করে।

ক্ষুদ্রান্ত্রের পরবর্তী অংশ **বৃহদন্ত্র** (Large intestine)। বৃহদন্ত্র **কোলন** (Colon) ও **মলনালী** (Rectum) অংশে বিভক্ত। বৃহদন্ত্রের কুণ্ডলীকৃত মালার গুটির মতো অংশকে কোলন বলে। কোলনের যে অংশে ইলিয়ম যুক্ত থাকে সেখানে প্রায় 45 সেন্টিমিটার দীর্ঘ স্ফীতকায় অঙ্গটিকে **সিকম** (Caecum) বলে। এর মধ্যে বসবাসকারী একপ্রকার মিথোজীবী ব্যাকটিরিয়া বিশেষ এক ধরনের এনজাইম ক্ষরণ ক'রে তৃণ বা অন্যান্য উদ্ভিজ্জ পদার্থকে হজম করার ব্যবস্থা করে। কোলনের শেষাংশকে **মলনালী** বলে। মলনালী **পায়ু** (anus) পথে বাইরে উন্মুক্ত হয়।

11.25. পরিপাক গ্রন্থিসমূহ [Digestive glands]

গিনিপিগের তিন ধরনের পরিপাক গ্রন্থি বর্তমান:

(1) **লালাগ্রন্থি** (Salivary glands): মুখবিবরে মোট চার জোড়া লালাগ্রন্থি থাকে। এগুলির মধ্যে **প্যারটিড** (Parotid) নীচের চোয়ালের কোণে, **সাব ম্যাক্সিলারী**

* 2 থেকে 3 মিটার।

(Sabmaxillary) মুখগহ্বরের মেঝেতে, **সাবলিঙ্গুয়াল** (Sublingual) জিবের নীচে এবং **ইনফ্রা অরবিটাল** (Infra-orbital) চোখের নীচে অবস্থিত। প্রতিটি গ্রন্থি পৃথক পৃথক নালীপথে মুখগহ্বরে উন্মুক্ত। এই গ্রন্থিগুলি থেকে **লালা** (Saliva) নিঃসৃত হয়।

(2) **যকৃৎ** (Liver) : সবচেয়ে বড় এই পরিপাক গ্রন্থিটি মধ্যচ্ছদার নীচে অবস্থিত। পাঁচটি অসমান খণ্ডে বিভক্ত যকৃৎ-এর রং গাঢ় বাদামী। মধ্যচ্ছদার সঙ্গে এটি **বন্ধনী** বা **লিগামেন্ট** (ligament) দ্বারা যুক্ত। যকৃৎ নিঃসৃত **পিত্ত*** (bile) পিত্তথলিতে জমা হয়। যকৃৎ থেকে উদগত **যকৃৎনালী** ও পিত্তথলি থেকে উৎপন্ন **পিত্তনালী** মিলিতভাবে সাধারণ পিত্তনালী (Common bile duct) গঠন করে। এই নালীটি গ্রহণীর সঙ্গে যুক্ত।

(3) **অগ্ন্যাশয়** (Pancreas) : গ্রহণীর দু'বাহুর অন্তর্বর্তী অংশ থেকে আড়াআড়ি বিন্যস্ত চ্যাপ্টা ও অসমান আকৃতির গোলাপী গ্রন্থিটি অগ্ন্যাশয়। অগ্ন্যাশয় রস (Pancreatic juice) অগ্ন্যাশয় নালীপথে গ্রহণীতে মেশে। অগ্ন্যাশয়ের এই ক্ষারীয় প্রকৃতির রসে **পেপসিন, অ্যামাইলেজ ও লাইপেজ** নামক এনজাইম থাকে।

11.26. পাচন পদ্ধতি [Mechanism of Digestion]

গিনিপিগের পাচন পদ্ধতি **খাদ্যগ্রহণ, পাচন ও অজীর্ণ পদার্থ বর্জন**—এই তিন পর্যায়ে সম্পন্ন হয়।

খাদ্যগ্রহণ (Ingestion) : তৃণভোজী প্রাণী (herbivores) গিনিপিগের প্রধান খাদ্য তৃণ, শাকশব্জী ও দানাশস্য। বাটালির আকারের কৃন্তক দাঁতের সাহায্যে গিনিপিগ খাদ্যকে ছোট ছোট খণ্ডে ভেঙ্গে ফেলে এবং সঞ্চারণশীল জিবের সাহায্যে খাদ্যকে মুখের মধ্যে নাড়াচাড়া করে। সেখান থেকে খাদ্য মুখ-গলবিলে চলে আসে।

পাচন (Digestion) : এই পদ্ধতিতে শোষণের অযোগ্য খাদ্যকে এনজাইমের প্রভাবে শোষণযোগ্য তরলে রূপান্তরিত করা হয়। এই কাজটি মুখবিবর থেকেই সুরু হয়। জিবের স্বাদকোরকের সাহায্যে স্বাদ নিয়ে গিনিপিগ খাবার যোগ্য খাদ্যকে লালায় মিশিয়ে নেয়। উপরের ও নীচের দু'পাটি অগ্রপেষক ও পেষক দাঁতের সাহায্যে খাদ্যকে পিষে সূক্ষ কণায় পরিণত করে। জিব ঘুরিয়ে ফিরিয়ে খাদ্যকে দাঁতের মধ্যে ঠেলে দেয়। এইসময় মুখের লালায় মিশে থাকা **টায়ালিন** (Ptyalin) শ্বেতসারকে বিশ্লিষ্ট ক'রে গ্লুকোজে (**মলটোজ**) পরিণত করে। এইভাবে অদ্রব শ্বেতসার আংশিকভাবে দ্রবণীয় শর্করায় পরিণত হয়। এরপর খাদ্যের ছোট ছোট দলা (Pellets) গলবিলে চলে আসে। গলবিলের পেশী সংকুচিত হতে থাকলে খাদ্যপিণ্ড গ্রাসনালীতে নেমে আসে। নিজে ক্রমাগত সংকুচিত হয়ে খাদ্যকে পাকস্থলীতে ঠেলে দেওয়াই গ্রাসনালীর কাজ। গলবিল বা গ্রাসনালীতে প্রকৃতপক্ষে খাদ্যের পাচন সম্ভব নয়। খাদ্য পাকস্থলীতে পৌঁছালে পাকস্থলীর গ্রন্থি-নিঃসৃত পাকরস তার সঙ্গে মিশে যায়। পাকরসে HCl ছাড়াও **রেনিন** (Renin) ও **পেপসিন** (Pepsin) বর্তমান। HCl খাদ্যে মিশলে টায়ালিনের কাজ বন্ধ হয়ে যায়—তখন এটি খাদ্যকে নরম করে এবং তাকে ব্যাকটিরিয়া মুক্ত করে। রেনিন দুধের দ্রবণীয় (Soluble) **কেজিনোজেন** (Caseinogen)-কে অদ্রাব্য কেজিনে রূপান্তরিত করে। এরপর অ্যাসিড

* পিত্ত এমন এক ক্ষারীয় (alkaline) ক্ষরণ জাত পদার্থ যা গ্রহণীতে অবস্থিত ফ্যাটকে ফ্যাটের ইমালসানে (emulsion) পরিণত করে।

মিশ্রিত খাদ্যের উপর **পেপসিনের** (Pepsin) কাজ সুরু হয় এবং এটি প্রোটিনকে দ্রবণীয় **পেপটোন** (Peptone)-এ পরিণত করে। পরে পেপটোনের পাচন ঘটে। পাকরসে **লাইপেজ** (lipase) নামে একটি এনজাইম থাকলেও সেটি ফ্যাটের উপরে কার্যকরী হয় না। পাকস্থলীর অর্ধপাচিত অর্ধতরল খাদ্য—**কাইম** (chyme) ক্রমশঃ গ্রহণীতে চলে আসে। এই কাজে পাকস্থলী-প্রাকারের সংকোচন যেমন সাহায্য করে, তেমনি পাইলোরিক স্ফিংটার নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর খুলে গিয়ে কাইমকে গ্রহণীতে পাঠিয়ে দেয়। গ্রহণীতে কাইমের সাথে মেশে **পিত্ত ও অগ্ন্যাশয় রস**। পিত্ত ফ্যাটের সঙ্গে মিশে তাকে ছোট ছোট দানায় পরিণত করে। বিভিন্ন প্রকার **পিত্ত লবণ*** (bile salts) এই কাজে সহায়তা করে।

অগ্ন্যাশয়ের ক্ষারীয় রসের **ট্রিপসিনোজেন** (Trypsinogen), প্রোটিন পেপটোন প্রভৃতিকে পলিপেপটাইডে; **অ্যামাইলপসিন** (Amylopsin) শ্বেতসারকে মলটোজে এবং **লাইপেজ** (lipase) ফ্যাটের ইমালসানকে **ফ্যাটি অ্যাসিড** ও **গ্লিসারলে** পরিণত করে।

ইলিয়মে খাদ্যের সঙ্গে মেশে আন্ত্রিক রস অর্থাৎ **সাকাস এনটেরিকস** (Succus entericus)। আন্ত্রিক রসে **মিউসিন** (mucin) ও **পেপটাইডেজ** (peptidase), **লাইপেজ** (lipase), **ইনভার্টেজ** (invertase), **মলটেজ** (maltase) এবং **ল্যাকটেজ** (lactase) প্রভৃতি এনজাইম মিশে থাকে। নীচে কতকগুলি খাদ্যের পাচন পদ্ধতি দেখান হল ঃ

1. পেপটোন ও পলিপেপটাইড+পেপটাইডেজ→অ্যামাইনো অ্যাসিড।
2. ইমালসিভূত ফ্যাট+লাইপেজ→ফ্যাটি অ্যাসিড+গ্লিসারল।
3. সুক্রোজ+ইনভার্টেজ→গ্লুকোজ+ফ্রাকটোজ।
4. মলটোজ+মলটেজ→গ্লুকোজ।
5. ল্যাকটোজ+ল্যাকটেজ→গ্লুকোজ+গ্যালাকটোজ।

এইভাবে পাচনের ফলে প্রোটিন—অ্যামাইনো অ্যাসিডে, শর্করা খাদ্য—গ্লুকোজ, ফ্র্যাকটোজ ও মলটোজে এবং ফ্যাটি—ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারলে পরিণত হয়। পাচিত খাদ্যরস ক্ষুদ্রান্ত্রের ইলিয়ম অংশে ভিলির দ্বারা শোষিত হয়। প্রতিটি ভিলসে রক্তজালক ও লসিকাবাহ (lecteal) থাকে। অ্যামাইনো অ্যাসিড ও সরল শর্করা রক্তজালকের প্রাকার ভেদ ক'রে রক্তে মেশে এবং সেখান থেকে হেপাটিক পোর্টাল শিরাপথে যকৃৎ-এ পৌঁছায়। এইভাবে সমস্ত খাদ্যরসই রক্তস্রোতে শোষিত হয়।

(4) **অজীর্ণ পদার্থ বর্জন** (Egestion) ঃ অজীর্ণ পদার্থ মলনালীতে অস্থায়ীভাবে সঞ্চিত হয়। পরে ঐ অজীর্ণ সঞ্চিত অর্ধতরল খাদ্যবস্তু মল হিসাবে মলনালী পথে বাইরে পরিত্যক্ত হয়। মলনালী ও কোলনে জল পুনঃশোষিত হওয়ার ফলে মল কিছুটা শক্ত হয়ে যায়। পায়ুর স্ফিংটার পেশীর পর্যায়ক্রমিক সংকোচন ও প্রসারণের ফলে মল দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয়।

রিফেকসান বা **সিউডোরুমিনেসান** বা **কপ্রোফাগি** (Refection or

* সোডিয়ম বাইকার্বনেট, সোডিয়ম গ্লাইকোকোলেট (Sodium glycocholate) এবং সোডিয়ম টরোকোরেট (Sodium taurocholate)।

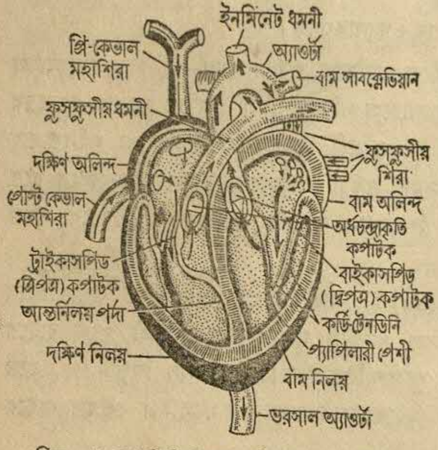
Pseudorumination or Coprophagy) : তৃণভোজী প্রাণীর খাদ্যের অপর্যাপ্ত সেলুলোজ এনজাইম দ্বারা সম্পূর্ণভাবে পাচিত হয় না। সেজন্য মল থাকে 'অর্ধতরল। **এই অর্ধতরল মলকে গিনিপিগ পুনরায় খেয়ে ফেলে। এইভাবে একই খাদ্যের খাদ্যরস পুনরায় শোষিত হবার সুযোগ পায়।** খাদ্য থেকে এইভাবে সর্বাধিক পুষ্টিরস শোষণ করার পদ্ধতিকে রিফেকসান বা সিউডোরুমিনেসান বা কপ্রোফাগি বলে।

11.27. সংবহনতন্ত্র [Circulatory System]

পাচনতন্ত্র থেকে পাচিত খাদ্যরস বা পুষ্টিরস শোষিত হবার পর দেহের সর্বত্র তার পরিবহণ প্রয়োজন। শুধু খাদ্যরস পরিবহণই নয় হরমোন, অক্সিজেন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাসকে পরিবহণ করার জন্য বিশেষ তরল মাধ্যম প্রয়োজন। **রক্ত** ও **লসিকা** হল সেই তরল মাধ্যম যা সংবহনতন্ত্রের সাহায্যে সারা দেহে প্রবাহিত হয়। **রক্তবাহ** (Blood vessels) মাধ্যমে রক্ত এবং **লসিকাবাহ** (Lymph vessels) মাধ্যমে লসিকা চলাচল করে।

রক্তসংবহনতন্ত্র (Blood vascular system) : অন্যান্য মেরুদণ্ডী প্রাণীর মতো গিনিপিগের **রক্তসংবহনতন্ত্র রুদ্ধ** (Closed)। সংবহনের তরল মাধ্যমটি রক্ত। রক্ত বদ্ধ রক্তবাহের মধ্যে দিয়ে চলাচল করে। রক্তকে রক্তবাহের মধ্যে নির্দিষ্ট চাপে পরিবেশন করার দায়িত্ব হৃৎপিণ্ডের। সুতরাং (1) **রক্ত**, (2) **হৃৎপিণ্ড** ও (3) **রক্তবাহ** নিয়ে রক্তসংবহনতন্ত্র গঠিত।

(1) **রক্ত** (Blood) : গিনিপিগের রক্ত তরল **রক্তরস** (Plasma) ও রক্তরসে ভাসমান **রক্তকণিকা** (Blood corpuscles) নিয়ে গঠিত। রক্তরস ফিকে রং-এর তরল পদার্থ। এতে ভাইটামিন, হরমোন ও নানাবিধ অজৈব লবণ মিশ্রিত থাকে। রক্তকণিকা* যথারীতি তিনপ্রকার—**লোহিত রক্তকণিকা** (R. B. C), **শ্বেত রক্তকণিকা** W. B. C.), এবং **অণুচক্রিকা** (Platelets)। স্তন্যপায়ীর বৈশিষ্ট্য হিসাবে গিনিপিগের পরিণত লোহিত কণিকায় নিউক্লিয়স থাকে না। অণুচক্রিকাগুলিও নিউক্লিয়সবিহীন। অণুচক্রিকা রক্ততঞ্চনে সাহায্য করে।



চিত্র : 11·26 গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের অন্তর্গঠন।

(2) **হৃৎপিণ্ডের গঠন** (Structure of heart) (চিত্র : 11·26) : হৃৎপিণ্ড কেন্দ্রীয় রক্তসরবরাহক যন্ত্র। এটি পাম্পের মতো কাজ করে (acts like a pump)। গিনিপিগের বক্ষের অঙ্কদেশে **পেরিকার্ডিয়ম** (Pericardium) থলির মধ্যে হৃৎপিণ্ডটি অবস্থিত। হৃৎপিণ্ড চারটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত : দুটি **অলিন্দ** (Auricle)

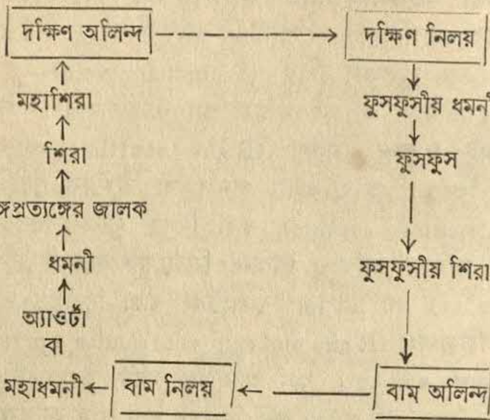
* বিভিন্ন প্রকার রক্তকণিকা সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডের 5ম অধ্যায়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

ও দুটি **নিলয়** (Ventricle)। অলিন্দ দুটি পাতলা প্রাকারযুক্ত ও পাশাপাশি অবস্থিত। **ইন্টার অরিকুলার সেপটম** (Inter auricular septum) দ্বারা অলিন্দদ্বয় পৃথক থাকে। হৃৎপিণ্ডের বাঁদিকের অপেক্ষাকৃত ছোট প্রকোষ্ঠটি **বাম অলিন্দ** (left auricle) এবং ডানদিকের অলিন্দটি **দক্ষিণ অলিন্দ** (Right auricle)। দক্ষিণ অলিন্দে উপরের দিক থেকে **উত্তরা মহাশিরা** বা **প্রিকেভাল শিরা** (Precaval vein) এবং নীচের দিক থেকে **অধরা মহাশিরা** বা **পোস্টকেভাল শিরা** (Postcaval vein) মুক্ত হয়। অন্যদিকে বাম অলিন্দে **ফুসফুস শিরা** (Pulmonary vein) মুক্ত হয়। অলিন্দদ্বয়ের নীচে অবস্থিত পেশীবহুল ও অপেক্ষাকৃত স্থূল ত্রিকোণাকার অঙ্গটি **নিলয়**। নিলয় অলিন্দের মতোই **দক্ষিণ নিলয়** (Right ventricle) ও **বাম নিলয়** (Left ventricle)-এ বিভক্ত। **আন্তর্নিলয় পর্দা** বা **ইন্টার ভেন্ট্রিকুলার সেপটম** (Inter ventricular septum) দ্বারা নিলয় দুটি সম্পূর্ণভাবে পরস্পর পৃথক থাকে। তবে **দক্ষিণ অলিন্দ দক্ষিণ নিলয়ের সঙ্গে ট্রাইকাসপিড ভাল্‌ভ**, (Tricuspid valve) বা **ত্রিপত্র কপাটক** দ্বারা নিয়ন্ত্রিত **দক্ষিণ অরিকুলো-ভেন্ট্রিকুলার ছিদ্রপথ** (Right auriculo-ventricular aperture) বাম অরিকুলো-ভেন্টিকুলার ছিদ্রপথ দ্বারা যুক্ত। বাম অ্যাওর্টিক আর্চের উৎসমুখটিও ত্রিপত্র কপাটক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। অপরদিকে বাম অলিন্দ বাম নিলয়ের সঙ্গে **বাম অরিকুলো ভেন্ট্রি কুলার ছিদ্রপথ** (Left auriculo-ventricular aperture) দ্বারা যুক্ত। এই ছিদ্রপথ **বাইকাসপিড ভাল্‌ভ** (Bicuspid valve) বা **দ্বিপত্র কপাটক** দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। দক্ষিণ নিলয় থেকে উৎপন্ন **ফুসফুসীয় ধমনীর** নির্গম পথ **সেমিলুনার ভাল্‌ভ** (Semilunar valve) বা **অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটক** দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।

হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে রক্তসংবহন পদ্ধতি [Course of circulation through heart]

হৃৎপিণ্ড স্বধর্ম অনুযায়ী নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর সংকুচিত ও প্রসারিত হয়। হৃৎপিণ্ডের সংকোচনকে **সিস্টোল** (Systole) এবং প্রসারণকে **ডায়াস্টোল** (Diastole) বলে। গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের দক্ষিণ অলিন্দ ও বাম অলিন্দ একই সঙ্গে সংকুচিত হয়। এর ফলে দক্ষিণ অলিন্দ থেকে অক্সিজেনমুক্ত রক্ত এবং বাম অলিন্দ থেকে অক্সিজেনযুক্ত রক্ত যথাক্রমে দক্ষিণ ও বাম নিলয়ে চলে যায়। রক্তপূর্ণ হওয়ামাত্র দক্ষিণ ও বাম নিলয় একই সঙ্গে আগের মতো সংকুচিত হয়। ফলে দক্ষিণ নিলয় থেকে রক্ত ফুসফুসীয় ধমনী দিয়ে ফুসফুসে চলে যায়, আর বাম নিলয় থেকে রক্ত **মহাধমনী** বা **আওর্টা** (Aorta) পথে দেহের বিভিন্ন অংশে পৌঁছায়। সংকোচনের সময় অরিকুলো—ভেন্টিকুলার ছিদ্রের কপাটক বন্ধ থাকায় রক্ত নিলয় থেকে অলিন্দে ফিরে যেতে পারে না। নিলয়ের সংকোচন শেষ হলে সম্পূর্ণ হৃৎপিণ্ডটি পুনরায় প্রসারিত হয়। তখন ফুসফুসীয় ধমনী ও অ্যাওর্টার মুখে অবস্থিত অর্ধচন্দ্রাকার কপাটকগুলি বন্ধ হয়ে গিয়ে রক্তকে উপরে যেতে বাধা দেয়। এর ফলে দেহের অক্সিজেনমুক্ত রক্ত উত্তরা (প্রিকেভাল) ও অধরা (পোস্ট কেভাল) মহাশিরাপথে দক্ষিণ অলিন্দে আসে এবং অক্সিজেনযুক্ত রক্ত ফুসফুস থেকে ফুসফুসীয় শিরাপথে

বাম অলিন্দে পৌঁছায়। আবার দুই অলিন্দ একই সঙ্গে সংকুচিত হয় এবং একই ঘটনার পুনরাবৃত্তি চলতে থাকে। নীচে হৃৎপিণ্ডের প্রকোষ্ঠগুলির মধ্য দিয়ে কিভাবে রক্ত সংবাহিত হয় তার ছক দেওয়া হল ঃ



(3) **রক্তবাহ** (Blood vessels) ঃ রক্তবাহের মাধ্যমে রক্ত হৃৎপিণ্ড থেকে দেহের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে বা সেখান থেকে হৃৎপিণ্ডে ফিরে আসে। **হৃৎপিণ্ড থেকে যেসব রক্তবাহ অক্সিজেনযুক্ত রক্ত** (Oxygenated blood) **দেহের সর্বত্র বহন করে নিয়ে যায় তাদের ধমনী*** (Artery) বলে। দেহের সমস্ত ধমনী ও তাদের শাখা-প্রশাখার বিন্যাস পদ্ধতিকে **ধমনীতন্ত্র** (Arterial system) বলে। **যে রক্তবাহগুলি দেহের সর্বাঙ্গ থেকে অশোধিত বা অক্সিজেনমুক্ত রক্তকে হৃৎপিণ্ডে ফিরিয়ে আনে সেগুলিকে শিরা**** (Vein) **বলে**। দেহের সমস্ত শিরা ও তাদের শাখা-প্রশাখার বিন্যাস পদ্ধতিকে **শিরাতন্ত্র** (Venous system) বলে। ধমনীগুলি ক্রমশঃ অতিসূক্ষ্ম শাখায় বিভক্ত হয়। এই শাখাগুলিকে **ধমনিকা** বা **আর্টারিওল** (Arteriole) বলে। ধমনিকা-গুলিও পুনঃপুনঃ বিভক্ত হয়ে **ধমনী জালক** (Arterial Capillaries) গঠন করে। এগুলি উল্টোদিক থেকে আগত **শিরা জালক** (Venous Capillaries)-এর সঙ্গে যুক্ত। জালক বলতে তাই ধমনী জালক ও শিরা জালক উভয়কেই বোঝায়। শিরাজালকগুলি ক্রমশঃ একত্রিত হয়ে প্রথমে **ভেনিওল** (Veinuole) এবং পরে বহু ভেনিওলের সমন্বয়ে শিরা গঠন করে। সংবহন পথের কোথাও রক্ত রক্তবাহগুলি থেকে বাইরে বেড়িয়ে আসে না বলে পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, এই রক্তসংবহনতন্ত্র বুদ্ধ (Closed blood vascular system)।

---

* ব্যতিক্রম **ফুসফুসীয় ধমনী** (Pulmonary artery)—ধমনী হলেও এগুলি দক্ষিণ অলিন্দে জমা অপরিশ্রুত রক্তকে শোধনের জন্য ফুসফুসে নিয়ে যায়।

** ব্যতিক্রম **ফুসফুসীয় শিরা** (Pulmonary vein)—শিরা হলেও এগুলি ফুসফুসে শোধিত রক্তকে হৃৎপিণ্ডে ফিরিয়ে আনে।

11.28. ধমনীতন্ত্র [Arterial system]

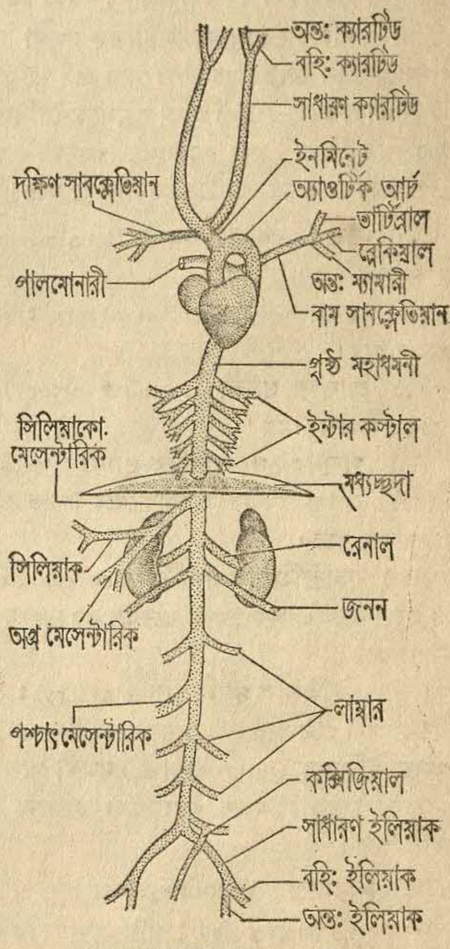
ফুসফুসীয় ধমনী ও মহাধমনী (বা **অ্যাওর্টা**) এবং তাদের শাখাপ্রশাখা নিয়ে গিনিপিগের ধমনীতন্ত্র গঠিত (চিত্র : 11.27)।

A. **ফুসফুসীয় ধমনী** (Pulmonary artery) : দক্ষিণ নিলয় থেকে উৎপন্ন ফুসফুসীয় ধমনী দুটি শাখায় বিভক্ত হয়ে দক্ষিণ ও বাম ফুসফুসে চলে যায়। এগুলির সাহায্যে অশোধিত রক্ত শোধনের জন্য অর্থাৎ পরিমাণ মতো অক্সিজেন গ্রহণের জন্যে ফুসফুসে প্রবেশ করে।

B. **মহাধমনী** বা **অ্যাওর্টা** (Aorta) : গিনিপিগের একক মহাধমনীটি বাম নিলয় থেকে উৎপন্ন হয়ে ধনুকের মতো বেঁকে হৃৎপিণ্ডের পিছন দিক দিয়ে পৃষ্ঠদেশের মাঝ বরাবর নেমে আসে। হৃৎপিণ্ডের পিছন দিক থেকে নেমে আসা পৃষ্ঠদেশীয় এই মহাধমনীটিকে **পৃষ্ঠমহাধমনী** বা **ডরসাল অ্যাওর্টা** (Dorsal aorta) বলে। পৃষ্ঠধমনীর শুরুতে উপরের দিকে ধনুকের মতো বাঁকা অংশটিকে **মহাধমনী খিলান** বা **অ্যাওর্টিক আর্চ** (Aortic arch) বলে।

অ্যাওর্টিক আর্চ থেকে উৎপন্ন ধমনীসমূহ :

(i) **ইনমিনেট ধমনী** (Innominate artery) : অ্যাওর্টিক আর্চের মাঝখান থেকে কিছুটা ডানদিক ঘেঁসে একটি ছোট ও মোটা ইনমিনেট ধমনী নির্গত হয়। এটি বিভক্ত হয়ে একজোড়া **সাধারণ ক্যারটিড ধমনী** (Common carotid artery) ও **দক্ষিণ সাবক্লেভিয়ান ধমনী** (Right subclavian artery) গঠন করে ! প্রতিটি ক্যারটিড ধমনী মস্তিষ্কে প্রবেশ ক'রে পুনরায় দুভাগে বিভক্ত হয়ে গঠন করে **অন্তঃ ক্যারটিড** (Internal carotid) ও **বহিঃ ক্যারটিড** (External carotid)। অন্তঃ ক্যারটিড মস্তিষ্কে ও বহিঃ ক্যারটিড মুখমণ্ডলে রক্তসরবরাহ করে। দক্ষিণ সাবক্লেভিয়ান ধমনীটি (1) **ভার্টিব্রাল** (Vertebral) (2) **ব্রেকিয়াল** (Brachial) ও



চিত্র : 11.27 গিনিপিগের ধমনীতন্ত্র

(3) **অন্তঃ ম্যামারী** (Internal mammary)—এই তিনটি শাখায় বিভক্ত হয়ে যথাক্রমে ভার্টিব্রা বা কশেরুকায়, অগ্রপদে এবং অঙ্কীয় দেহপ্রাকারে রক্ত সরবরাহ করে।

(ii) **বাম সাবক্লেভিয়ান ধমনী** (Left subclavian artery): এটিও দক্ষিণ সাবক্লেভিয়ানের মতো তিনভাগে বিভক্ত।

পৃষ্ঠমহাধমনী বা **ডরসাল অ্যাওর্টা থেকে উৎপন্ন ধমনীসমূহ:** নিম্নলিখিত ধমনীগুলি পৃষ্ঠ মহাধমনী থেকে ক্রমপর্যায়ে উৎপন্ন হয়।

(i) **ইন্টার-কস্টাল ধমনী** (Inter-costal artery): এদের সংখ্যা পাঁচ থেকে ছয় জোড়া, এরা বক্ষপ্রাকার ও পাঁজরের পেশীতে রক্ত সরবরাহ করে।

(ii) **সিলিয়াকো-মেসেনটারিক ধমনী** (Coeliaco-mesenteric artery): মধ্যচ্ছদাকে ভেদ করে নীচে উদরে নেমে এসে পৃষ্ঠ মহাধমনী প্রথম এই শাখাটি উৎপন্ন করে। এটি **সিলিয়াক** (Coeliac) ও **অগ্র মেসেন্টারিক** (Anterior mesentaric) শাখায় বিভক্ত হয়। প্রথমটি যকৃৎ, পাকস্থলী, পিত্তস্থলী ও প্লীহাতে রক্ত সরবরাহ করে। দ্বিতীয়টি ক্ষুদ্রান্ত্র, অগ্ন্যাশয় ও মেসেন্টারীতে রক্ত সরবরাহ করে।

(iii) **বৃক্ক (রেনাল) ধমনী** (Renal artery): একজোড়া বৃক্ক ধমনী দুটি বৃক্কে রক্ত সরবরাহ করে।

(iv) **জনন ধমনী** (Genital artery): একজোড়া জননধমনী জনন অঙ্গে রক্ত সরবরাহ করে।

(v) **লাম্বার ধমনী** (Lumbar artery): তিন থেকে চার জোড়া লাম্বার ধমনী পিঠে রক্ত সরবরাহ করে।

(vi) **পশ্চাৎ মেসেন্টারিক ধমনী** (Posterior mesenteric artery): প্রথম ও দ্বিতীয় লাম্বার ধমনীর মাঝখান থেকে উদগত এই ধমনীটি বৃহদন্ত্র ও সংলগ্ন অন্যান্য অঙ্গে রক্ত সরবরাহ করে।

(vii) **কক্সিজিয়াল ধমনী** (Coccygeal artery): পৃষ্ঠ মহাধমনী নীচে দুভাগে ভাগ হবার আগে এটিকে উৎপন্ন করে। এর মাধ্যমে স্যাক্রাল ও কক্সিক্স বা লেজ-অঞ্চলে রক্ত সরবরাহ করে।

(viii) **ইলিয়াক ধমনী** (Iliac artery): পৃষ্ঠ মহাধমনী দু'ভাগে ভাগ হয়ে দুটি ইলিয়াক ধমনী গঠন করে। এদের প্রত্যেকটি আবার **বহিঃ ইলিয়াক** (external iliac) ও **অন্তঃ ইলিয়াক** (internal iliac) **ধমনী** গঠন করে। অন্তঃ ইলিয়াক রেচনতন্ত্র ও জননতন্ত্রের পিছনের অংশে এবং বহিঃ ইলিয়াক ফিমোরাল ধমনী হিসাবে পশ্চাৎপদে রক্ত সরবরাহ করে।

11.29. শিরাতন্ত্র [Venous system]

গিনিপিগের শিরাতন্ত্র প্রধান তিনটি অংশে বিভক্ত (চিত্র : 11.28) :—

(1) **ফুসফুসীয়** বা **পালমোনারী শিরা** (Pulmonary veins); **সিস্টেমিক শিরা** (Systemic vein) এবং (3) **পোর্টাল শিরা** (Portal vein)।

(1) **ফুসফুসীয় বা পালমোনারী শিরা :** দুটি ফুসফুসীয় শিরা দু'পাশের দুটি ফুসফুস থেকে পরিশ্রুত রক্ত চারটি পৃথক ছিদ্রপথে বাম অলিন্দে বয়ে আনে।

(2) **সিস্টেমিক শিরা :** **প্রিকেভাল** (Precaval) ও **পোস্টকেভাল** Post caval)—এই দুই প্রধান শিরার মাধ্যমে দেহের সমস্ত অপরিশ্রুত রক্ত দক্ষিণ অলিন্দে ফিরে আসে। প্রিকেভাল দেহের সামনের অংশ থেকে এবং পোস্টকেভাল দেহের পিছনের অংশ থেকে রক্ত সংগ্রহ করে।



চিত্র : 11.28 গিনিপিগের শিরাতন্ত্র

A. **প্রিকেভাল :** এটি হৃৎপিণ্ডের অগ্রবর্তী অংশের প্রধান শিরা। দুটি ইনমিনেট শিরার মিলনে এর উৎপন্ন। অগ্র ও পশ্চাৎ **ফেসিয়াল শিরা** (Facial vein) দুটি মুখমণ্ডল থেকে রক্ত বহন করে এনে পরস্পর যুক্ত হয় এবং **বহিঃ জুগুলার শিরা** (External jugular vein) গঠন করে। বহিঃ জুগুলার হৃৎপিণ্ডের দিকে আসার সময় মস্তিষ্ক থেকে আগত **অন্তঃ জুগুলার শিরা** (Internal jugular vein), কাঁধ ও অগ্রপদ থেকে আগত **সাবক্লেভিয়াল শিরা** (Sub-clavian vein)-র সঙ্গে মিলিত হয়। এইভাবে উৎপন্ন স্থূল শিরা বামদিকের অনুরূপ শিরার সঙ্গে মিলিত হয়ে প্রিকেভাল শিরা গঠন করে।

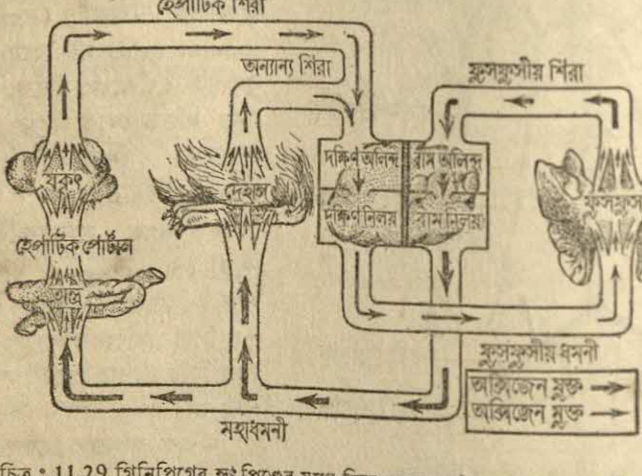
দক্ষিণ অলিন্দে প্রবেশ করার মুখে প্রিকেভাল শিরাটির সঙ্গে যুক্ত হয়—বুক থেকে রক্ত বহনকারী **অন্তঃম্যামারী** (Internal mammary), পিঠের সামনের দিক থেকে আগত **সম্মুখ ইন্টারকস্টাল** (Anterior intercostal) ও বক্ষ-গহ্বর থেকে আগত **আজাইগস** (Azygos) শিরা।

B. **পোস্টকেভাল :** এটি হৃৎপিণ্ডের পশ্চাৎবর্তী অংশের প্রধান শিরা। পশ্চাৎপদ ও উদরের শেষপ্রান্ত থেকে রক্ত সংগ্রহ করে আনে একজোড়া **ইলিয়াক শিরা** (Iliac vein)। প্রতিটি ইলিয়াক শিরা **বহিঃ** ও **অন্তঃ ইলিয়াক** শিরার মিলনে গঠিত।

ইলিয়াক শিরাদুটি উপরের পশ্চাৎপ্রান্তে একত্রিত হয়ে হৃৎপিণ্ডের দিকে এগিয়ে যাবার সময় তিন-চার জোড়া **লাম্বার শিরা** (Lumbar vein), **জনন** বা **জেনিটাল শিরা** (Genital vein) ও দুটি **বৃক্ক** বা **রেনাল শিরা** (Renal vein) মাধ্যমে যথাক্রমে পিঠ, জনন অঙ্গ ও বৃক্ক থেকে রক্ত সংগ্রহ করে। এইভাবে গঠিত স্থূল শিরা যকৃৎ-এর ভিতর দিয়ে হৃৎপিণ্ডের দিকে অগ্রসর হবার সময় দুটি **হেপাটিক শিরা** (Hepatic vein) ও মধ্যচ্ছদা থেকে আগত সবচেয়ে ছোট **ফ্রেনিক শিরা** (Phrenic vein)-র সঙ্গে মিশে একযোগে **পোস্টকেভাল** শিরা গঠন করে। পোস্টকেভাল শিরাটিও প্রিকেভালের মতোই শোধনের জন্য রক্তকে দক্ষিণ অলিন্দে ফিরিয়ে আনে।

(3) **পোর্টাল শিরা**: এমন কতকগুলি শিরা আছে যেগুলি দেহের বিভিন্ন অংশ থেকে রক্ত সংগ্রহ করার পর সরাসরি হৃৎপিণ্ডে ফিরে না গিয়ে অন্তর্বর্তী কোন অঙ্গে (যকৃৎ বা বৃক্ক*) জালক গঠন করে। এগুলিকে **পোর্টাল শিরা** বলে। অন্যান্য শিরায় কেবল শুরুতেই জালক থাকে, কিন্তু পোর্টাল শিরায় শুরু ও শেষ—উভয় প্রান্তেই জালক গঠিত হয়। গিনিপিগের যকৃৎ-এ সমাপ্ত পোর্টাল শিরাকে **হেপাটিক পোর্টাল শিরা** (Hepatic portal vein) বলে।

নীচে গিনিপিগের দেহের সর্বত্র রক্ত সংবহন কিভাবে ঘটে তা রেখা চিত্রের (চিত্র: 11.29) মাধ্যমে দেখান হল:—



চিত্র: 11.29 গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের মধ্যে দিয়ে দেহের সর্বত্র রক্ত সংবহন পদ্ধতির চিত্ররূপ

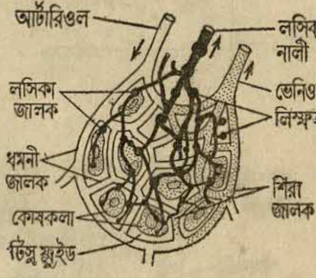
11.30. লসিকা তন্ত্র [Lymphatic System]

লসিকা ও লসিকানালী নিয়ে লসিকাতন্ত্র গঠিত।

লসিকা (Lymph): হৃৎপিণ্ড থেকে বিশুদ্ধ রক্ত ধমনী জালকে (arterial capillary) এলে সেখানে অধিক চাপের সৃষ্টি হয়। রক্তের **প্লাজমা** বা **রক্তরস** অধিক চাপে ধমনী

* বৃক্কে সমাপ্ত পোর্টাল শিরাকে রেনাল পোর্টাল শিরা (Renal portal vein) বলে। গিনিপিগে রেনাল পোর্টাল শিরার অস্তিত্ব নেই।

জালকের প্রাকার ভেদ করে পরিশ্রুত (filtered) হয়ে (অর্থাৎ চুঁইয়ে চুঁইয়ে) বেরিয়ে আসে এবং কলাকোষের ফাঁকে ফাঁকে সঞ্চিত হয়। এই স্বচ্ছ তরল পদার্থটিতে অল্প পরিমাণে শ্বেতরক্তকণিকা (লিম্ফোসাইট) মিশে থাকে। শ্বেত রক্তকণিকা সম্বলিত স্বচ্ছ তরল রসই **লিম্ফ** বা **লসিকা***। প্লাজমার মতো হলেও লসিকায় প্রোটিন উপাদান থাকে না। লসিকা কলাকে আর্দ্র রাখে এবং তার কোষে কোষে খাদ্যরস ও অক্সিজেন পরিবেশন করে। কোষে উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অন্যান্য বর্জ্য পদার্থ লসিকা মাধ্যমে জালকে পৌঁছায়।



চিত্র : 11.30 কোষকলায় বিস্তৃত ধমনীজালক, শিরাজালক ও লসিকাজালকের সম্পর্ক

লসিকানালী (Lymph vassel) : কলাকোষের ফাঁক থেকে ব্যাপন ক্রিয়ায় যে সূক্ষ্ম লিম্ফবাহী নালীতে লসিকা প্রবেশ করে তাকে লসিকানালী বলে। লসিকানালীগুলির সঙ্গে রক্তজালকের কোন সরাসরি যোগাযোগ না থাকলেও উভয়ে একই স্থানে অবস্থান করে (চিত্র : 11.30)। পৃষ্ঠ মহাধমনীর দু'পাশ বরাবর বিস্তৃত দুটি বড় লসিকানালী অসংখ্য শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়ে দেহের প্রতিটি কোষে পৌঁছায়। লসিকানালীর বিভিন্ন অংশ স্ফীত হয়ে গঠন করে সংকোচনশীল **লিম্ফ-হার্ট** (Lymph heart)। এগুলি সংকুচিত ও প্রসারিত হয়ে লসিকাপ্রবাহের সৃষ্টি করে। **লসিকাপ্রবাহ একমুখী**, অর্থাৎ এই প্রবাহ চলে কেবল কোষ-কলা থেকে হৃৎপিণ্ডের দিকে। সুতরাং হৃৎপিণ্ড থেকে বিশুদ্ধ রক্ত কেবল ধমনী-পথে সারাদেহে পরিবেশিত হলেও সারাদেহের তরল পদার্থ লসিকানালী ও শিরাপথে হৃৎপিণ্ডে ফিরে আসে।

11.31. শ্বসনতন্ত্র [Respiratory System]

গিনিপিগ স্থলবাসী। তাই তাকে বায়ু থেকেই অক্সিজেন সংগ্রহ করতে হয়। ফুসফুস শ্বসনতন্ত্রের প্রধান অঙ্গ হলেও বায়ু থেকে গৃহীত অক্সিজেন দীর্ঘপথ পরিক্রমা করে ফুসফুসে পৌঁছায়। গিনিপিগের শ্বসনতন্ত্র শ্বাসপথ ও সংশ্লিষ্ট অঙ্গসমূহ এবং ফুসফুস নিয়ে গঠিত (চিত্র : 11.31)।

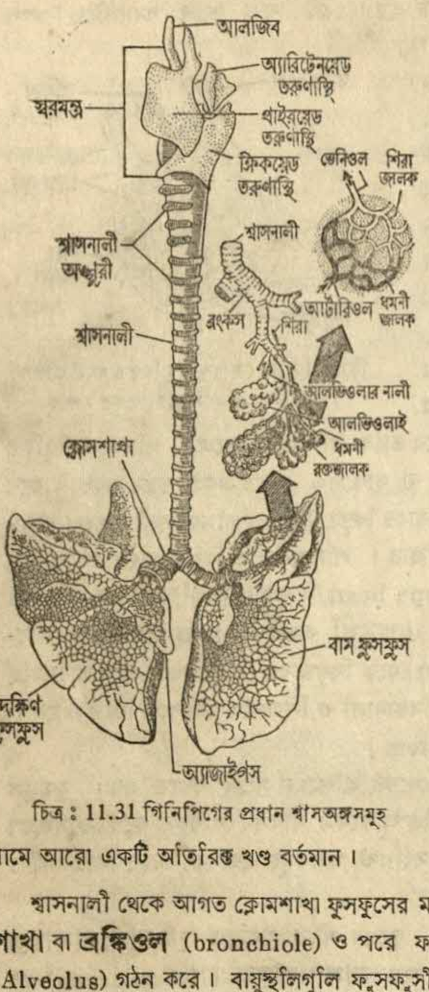
শ্বাসপথ (Respiratory passage) : তুণ্ডের শীর্ষে অবস্থিত দুটি **বহিঃনাসারন্ধ্র** প্রথমে **নাসাপথে** (Nasal passage) ও পরে **নাসাগলবিল** (Nasopharynx)-এর সঙ্গে যুক্ত। মুখগহ্বরের নরম তালুতে অবস্থিত শ্বাসছিদ্রটি হল **শ্বাসরন্ধ্র** বা **গ্লটিস** (Glottis)। **আলজিব** বা **এপিগ্লটিস** (Epiglottis) নামে এমন একটি তরুণাস্থিময় অঙ্গ দ্বারা গ্লটিসটি নিয়ন্ত্রিত হয় যাতে গলাধঃকরণ করার সময় খাদ্য স্বরযন্ত্রে প্রবেশ করতে না পারে।

সংশ্লিষ্ট অঙ্গসমূহ :

স্বরযন্ত্র বা **ল্যারিংক্স** (Larynx) : গ্লটিস যে লম্বাটে কুঠরীতে উন্মুক্ত হয় তাকেই

* প্রকৃতপক্ষে দেহের কলাকোষ লসিকা নামক তরল পদার্থে ডুবে থাকে। তাই এই তরল পদার্থকে টিস্যু ফ্লুইড (Tissue fluid) বলা হয়।

স্বরযন্ত্র বা ল্যারিংক্স বলে। ল্যারিংক্স 1টি থাইরয়েড, 2টি অ্যারিটিনয়েড ও 1টি ক্রিকয়েড—মোট চারটি তরুণাস্থি* দ্বারা গঠিত একটি কুঠরী বিশেষ। স্বরযন্ত্রটি নীচে **শ্বাসনালী** বা **ট্রাকিয়ার** সঙ্গে যুক্ত।



চিত্র : 11.31 গিনিপিগের প্রধান শ্বাসঅঙ্গসমূহ

শ্বাসনালী বা ট্রাকিয়া (Trachea)ঃ শ্বাসযন্ত্রের পিছন থেকে গ্রাসনালী বরাবর নেমে আসা স্থিতিস্থাপক নলটি শ্বাসনালী। শ্বাসনালী যাতে চুপসে না যায় তার জন্য শ্বাসনালীকে ঘিরে কিছুটা অন্তর অন্তর বহু তরুণাস্থিময় শ্বাসনালী-অঙ্গুরী (Cartilagenous tracheal ring) আছে। বক্ষদেশে শ্বাসনালী দুটি **ক্লোমশাখা** বা **ব্রঙ্কস** (Bronchus)-এ বিভক্ত হয়ে দুদিকের দুটি ফুসফুসে প্রবেশ করে।

ফুসফুস (Lung)ঃ বক্ষগহ্বরে (thoracic cavity) হৃৎপিণ্ডের দুপাশে দুটি গোলাপী স্পঞ্জসদৃশ ত্রিকোণাকৃতি ফুসফুস বর্তমান। ফুসফুস প্লুরা (Pleura) নামে একটি ঝিল্লীময় আবরণীতে আবৃত থাকে। ফুসফুস প্রসারণক্ষম। এর বামখণ্ড অপেক্ষা দক্ষিণ খণ্ডটি আকারে বড় এবং এতে **অ্যাজাইগস** (Azygos) নামে আরো একটি অতিরিক্ত খণ্ড বর্তমান।

শ্বাসনালী থেকে আগত ক্লোমশাখা ফুসফুসের মধ্যে ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে প্রথমে **উপক্লোমশাখা** বা **ব্রঙ্কিওল** (bronchiole) ও পরে ফুলে উঠে **বায়ুস্থলি** বা **আলভিওলস*** (Alveolus) গঠন করে। বায়ুস্থলিগুলি ফুসফুসীয় ধমনী জালক ও ফুসফুসীয় শিরা জালক দ্বারা পরিবৃত থাকে।

শ্বাস পদ্ধতি [Mechanism of Respiration]

অন্যান্য স্তন্যপায়ী প্রাণীর মতো গিনিপিগের শ্বাসপদ্ধতিও **বহিঃশ্বসন** (External respiration) ও **অন্তঃশ্বসন** (Internal respiration)—এই দুটি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়।

বহিঃশ্বসনঃ এটি নিম্নলিখিত ক্রমিক পর্যায়ে সম্পন্ন হয়ঃ—

প্রশ্বাস (Inspiration)ঃ ফুসফুসে বাতাস গ্রহণকে প্রশ্বাস বলে। শ্বাসগ্রহণের সময়

---

* থাইরয়েড ও অ্যারিটিনয়েড তরুণাস্থির মধ্যে প্রসারিত থাকে দু'জোড়া পাতলা **স্বরতন্ত্রী** বা **ভোকালকর্ড** (Vocal cord)। এগুলির মধ্যে দিয়ে বাতাস যাবার সময় স্বরতন্ত্রী কাঁপতে থাকে এবং শব্দ সৃষ্টি হয়।

* বহুবচনে—অ্যালভিওলাই (Alveoli)।

মধ্যচ্ছদার পেশী সংকুচিত হওয়ার ফলে ধনুকের মতো বাঁকা মধ্যচ্ছদাটি মোটামুটি সোজা হয়ে যায়। সেইসঙ্গে পাঁজরের মধ্যেকার পেশীও সংকুচিত হয় এবং বাইরের দিকে প্রসারিত হয়। ফলে বক্ষগহ্বরের আয়তন হঠাৎ বেড়ে যায় এবং ফুসফুসদুটিও প্রসারিত হবার সুযোগ পায়। প্রসারিত হলেই নাসারন্ধ্রে ঢুকে পড়া বাতাস সরাসরি ফুসফুসে চলে আসে।

নিঃশ্বাস (Expiration) : প্রশ্বাস শেষ হবার সঙ্গে সঙ্গে নিঃশ্বাস বা শ্বাসত্যাগের পর্যায়টি শুরু হয়। শ্বাসগ্রহণের পরেই মধ্যচ্ছদা ও বক্ষপেশীর স্বাভাবিক স্থিতিস্থাপকতা ফিরে আসে, অর্থাৎ স্বাভাবিকভাবেই বক্ষগহ্বরের আয়তন কমে যায়। আয়তন কমার সঙ্গে সঙ্গে ফুসফুসও সংকুচিত হয়। এতে ফুসফুসের ভিতরে জমা বাতাসে চাপ পড়ে এবং সেই বাতাস ক্রমশঃ শ্বাসনালী ও সর্বশেষে নাসারন্ধ্র পথে দেহের বাইরে বেরিয়ে যায়। প্রশ্বাস সক্রিয় প্রক্রিয়া হলেও নিঃশ্বাস নিষ্ক্রিয় বা পরোক্ষ প্রক্রিয়া।

অন্তঃশ্বসন : রক্ত থেকে কার্বন ডাই অক্সাইড সংগ্রহ ক'রে তাতে অক্সিজেন পরিবেশন করার পদ্ধতিটি হল অন্তঃশ্বসন। বহিঃশ্বসন পর্যায়ে ফুসফুসে আগত বাতাস ক্রমশঃ বায়ুস্থলিতে পৌঁছায়, যেখানে প্রতিটি বায়ুস্থলি জালকের আবরণে ঢাকা থাকে। এখানেই ব্যাপন ক্রিয়ায় গ্যাসীয় পদার্থের আদান প্রদান চলে। একেই অন্তঃশ্বসন বলে।

11.32. রেচন-জননতন্ত্র [Urinogenital system]

গিনিপিগের রেচন-জনন তন্ত্র দুটি পৃথক তন্ত্র—রেচনতন্ত্র ও জননতন্ত্র নিয়ে গঠিত। তন্ত্র-দুটি পরস্পর ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত* বলে এদের একত্রে রেচন-জননতন্ত্র বলা হয়।

A. রেচনতন্ত্র [Urinary or excretory system]

এই তন্ত্রটির প্রধান কাজ নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্য পদার্থ, যেমন ইউরিয়া, অতিরিক্ত লবণ ও জলকে মূত্র রূপে দেহ মুক্ত করা। পুং ও স্ত্রী উভয় গিনিপিগের ক্ষেত্রেই রেচনতন্ত্রটি দুটি **বৃক্ক**, দুটি **গবিনী** বা **ইউরেটার**, একটি **মূত্রস্থলী**, একটি **মূত্রনালী** বা **ইউরেথ্রা** নিয়ে গঠিত।

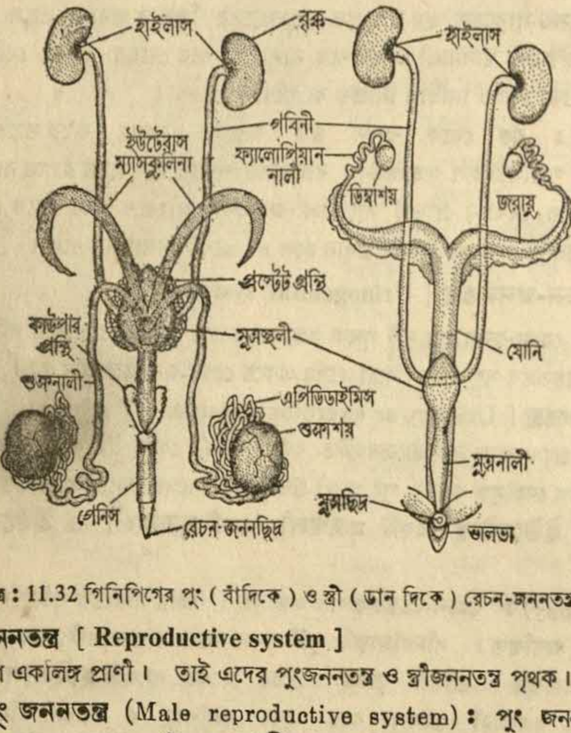
বৃক্ক (Kidney) : রেচন তন্ত্রের প্রধান অঙ্গ বৃক্ক। উদর গহ্বরের পৃষ্ঠদেশে মধ্যরেখার দু'পাশে দুটি বৃক্ক অবস্থিত। সীমবীজাকৃতি দুটি বৃক্কের মধ্যে দক্ষিণবৃক্কটি বাম বৃক্ক অপেক্ষা সামান্য উপরে অবস্থিত। প্রতিটি বৃক্কের ভিতরের দিকের খাঁজটি **হাইলাস** (Hilus)। হাইলাস দিয়ে বৃক্কধমনী প্রবেশ করে এবং বৃক্কশিরা ও গবিনী নির্গত হয়। দীর্ঘচ্ছেদে বৃক্কের দুটি অংশ পরিষ্কারভাবে দেখা যায়। বাইরের অংশটি **কর্টেক্স** (cortex) এবং ভিতরের অংশটি **মেডালা** (medulla)। কর্টেক্স অংশে অসংখ্য নেফ্রন তাদের মাথা বা গ্রোমারুলস অংশ ছড়িয়ে রাখে এবং প্যাঁচানো নালী অংশগুলিকে মেডালা অংশে পাঠিয়ে দেয়। নেফ্রনগুলি রক্ত থেকে ইউরিয়া, অতিরিক্ত লবণ ও জল অপসারণ ক'রে **গবিনী** বা **ইউরেটারে** পাঠিয়ে দেয়।

গবিনী (Ureter) : প্রতিটি বৃক্ক থেকে একটি করে সুদীর্ঘ ও সূক্ষ্ম নল বেরিয়ে এসে মূত্রস্থলীতে মুক্ত হয়। বৃক্কে উৎপন্ন মূত্র গবিনী পথেই মূত্রস্থলীতে এসে জমা হয়।

* পৃথক পৃথক কাজে লিপ্ত এবং ভ্রূণাবস্থা থেকে এদের উৎপত্তি পৃথকভাবে হলেও পরবর্তী কালে পরিণত অবস্থায় দুটি তন্ত্রের একটি অপরটির সঙ্গে অঙ্গাঙ্গী যুক্ত হয়ে যায়।

মূত্রস্থলী (Urinary bladder) : মূত্রস্থলী উদর গহ্বরের পিছনে অবস্থিত একটি পেশীবহুল থলি। মূত্রস্থলীতে কিছুক্ষণের জন্য মূত্র সঞ্চিত হয়। প্রয়োজনবোধে পেশী সংকোচন দ্বারা নালীপথে মূত্র বাইরে বেরিয়ে যায়।

মূত্রনালী (Urethra) : পুরুষের মূত্রনালীটিতে শুক্রনালীটি মেশে। তাই শুক্র ও মূত্র একই নালীপথে প্রবাহিত হয়ে **পেনিস** বা পুংজননাঙ্গের আগায় অবস্থিত রেচন-জনন ছিদ্র পথে বাইরে চলে যায়। স্ত্রী গিনিপিগের মূত্রনালীটি সংক্ষিপ্ত। মূত্রনালীটি পৃথক রেচন ছিদ্র পথে বাইরে উন্মুক্ত হয়। সুতরাং এখানে রেচনছিদ্র ও জননছিদ্র পৃথক (চিত্র : 11.32)।



চিত্র : 11.32 গিনিপিগের পুং (বাঁদিকে) ও স্ত্রী (ডান দিকে) রেচন-জননতন্ত্র

B. জননতন্ত্র [Reproductive system]

গিনিপিগ একলিঙ্গ প্রাণী। তাই এদের পুংজননতন্ত্র ও স্ত্রীজননতন্ত্র পৃথক।

(a) **পুং জননতন্ত্র** (Male reproductive system) : পুং জননতন্ত্র (1) দুটি **শুক্রাশয়** (Testes) (2) দুটি **শুক্রনালী** (Vas deferens), (3) একটি **সাধারণ রেচন-জনননালী** বা **ইউরেথ্রা** (Urethra), (4) **জননাঙ্গ** বা **পেনিস** (Penis) ও (5) কয়েকটি **সাহায্যকারী গ্রন্থি** নিয়ে গঠিত।

(1) **শুক্রাশয়** (Testes) : অপরিণত গিনিপিগের দেহে শুক্রাশয় উদরে অবস্থান করলেও পরিণত অবস্থায় প্রতিটি শুক্রাশয় **স্ক্রোটম** (Scrotum) নামে উদর থেকে ঝুলে পড়া থলির মধ্যে অবস্থান করে। শুক্রাশয় ডিম্বাকার বা গোলাকার। শুক্রাশয়ে শুক্রাণু উৎপন্ন হয়। প্রতিটি শুক্রাশয় থেকে সরু সাদা নলের মতো শুক্রনালী বেরিয়ে আসে।

(2) **শুক্রনালী** (Vas deferens) : শুক্রনালীর প্রথমাংশ **পেঁচানো** অর্থাৎ কুণ্ডলী পাকিয়ে থাকে। কুণ্ডলীকৃত শুক্রনালীর প্রথমাংশটি হল **এপিডিডাইমিস** (Epididymis)।

এপিডিডাইমিসের পরবর্তী শুক্রনালীর সোজা অংশ উপরের দিকে উঠে গিয়ে উদরে মূত্রস্থলীর পিছনে মূত্রনালীতে মুক্ত হয়।

(3) **রেচন-জনননালী** (Urethra) : মূত্রস্থলীর পিছনে সংকীর্ণ অংশে দু'পাশের দুটি শুক্রনালী এবং মূত্রস্থলীর পিছন দিক থেকে আগত একজোড়া বন্ধ নালী (ইউটেরাস ম্যাসকুলিনস (Uterus masculinus) একত্রে মিশে সাধারণ রেচন-জনননালী বা ইউরেথ্রা গঠন করে। ইউরেথ্রার লম্বা সরু নল পুং জননাঙ্গ বা পেনিসের মধ্যে দিয়ে নীচে নেমে এসে আগার ছিদ্রপথে উন্মুক্ত হয়। জননকালে পেনিসের মাধ্যমে শুক্র স্ত্রীজনন অঙ্গে স্থানান্তরিত হয়।

(4) **সাহায্যকারী গ্রন্থিসমূহ** (Accessory glands) : পুং জননতন্ত্রের সঙ্গে একাধিক সাহায্যকারী গ্রন্থি যুক্ত, যেমন—

(1) **প্রস্টেট গ্রন্থি** (Prostate gland) : মূত্রনালীর গোড়ায় অবস্থিত এই গ্রন্থিটি থেকে সাদা তরল পদার্থ নির্গত হয়। এই তরল পদার্থ শুক্রাণুকে পুষ্টি যুগিয়ে তাকে সক্রিয় করে।

(2) **কাউপার গ্রন্থি** (Cowper's gland) : প্রস্টেট গ্রন্থির পিছনে মূত্রনালীর সঙ্গে একজোড়া ডিম্বাকার কাউপার গ্রন্থি যুক্ত থাকে। এই গ্রন্থিনিঃসৃত রস মূত্রনালী ও যোনির অম্লত্ব (acidity) প্রশমিত (neutralize) করে এবং শুক্রাণুকে অ্যাসিডের সক্রিয়তা থেকে রক্ষা করে।

(3) **পেরিনিয়াল গ্রন্থি** (Perineal gland) : পেনিসের গোড়ায় একজোড়া ছোট পেরিনিয়াল গ্রন্থি থাকে, এই গ্রন্থি নিঃসৃত গন্ধ জননকালে স্ত্রী গিনিপিগকে আকর্ষণ করতে সাহায্য করে।

(b) **স্ত্রীজননতন্ত্র** (Female reproductive system) : স্ত্রীজননতন্ত্র (1) দুটি ডিম্বাশয় (Ovary) (2) দুটি ডিম্বনালী (Oviduct), (3) জরায়ু (Uterus), (4) যোনি (Vagina) ও (5) সাহায্যকারী গ্রন্থি নিয়ে গঠিত।

(1) **ডিম্বাশয়** (Ovary) : ডিম্বাশয় স্ত্রীজননতন্ত্রের প্রধান অঙ্গ। উদর গহ্বরে প্রতিটি বৃক্কের নীচে একটি করে ক্ষুদ্রাকার ডিম্বাশয় অবস্থিত। ডিম্বাশয় পাতলা পর্দার সাহায্যে উদর গহ্বরের পৃষ্ঠদেশে সংলগ্ন থাকে। ডিম্বাশয় **ডিম্বাণু** (ovum or egg) উৎপাদন করে।

(2) **ডিম্বনালী** (Oviduct) : প্রতিটি ডিম্বাশয়ের সঙ্গে ডিম্বনালীর ফানেলাকৃতি মুখটি প্রায় লেগে থাকে। ফানেলাকৃতি হওয়ায় জন্য ডিম্বনালীর প্রথমাংশটি **ওভিডিউকাল ফানেল** (Oviducal funnel) নামেও পরিচিত। এর পরের অপেক্ষাকৃত কুণ্ডলীকৃত অংশটি হল **ফ্যালোপিয়ান নালী** (Fallopian tube)।

(3) **জরায়ু** (Uterus) : ফ্যালোপিয়ান নালী ক্রমশঃ স্থূল হয়ে গঠন করে **জরায়ু**।

(4) **যোনি** (Vagina) : উভয় দিকের জরায়ু একত্রে মিশে গঠন করে প্রশস্ত **যোনি**। যোনি-পথ পিছনের দিকে নেমে এসে জননছিদ্র বা **ভালভা** (Vulva) দ্বারা উন্মুক্ত হয়। মূত্রছিদ্রের নিকটে যে দণ্ডাকার অঙ্গটি দেখা যায় সেটিকে **ক্লিটোরিস** (Clitoris) বলে। এটি পুং গিনিপিগের পেনিসের সঙ্গে তুলনীয়।

(5) **সাহায্যকারী গ্রন্থি সমূহ*** (Accessory glands) :

1. **কাউপার গ্রন্থি :** এখানে যথারীতি দুটি কাউপার গ্রন্থি আছে।

2. **পেরিনিয়াল গ্রন্থি :** পুং গিনিপিগের মতো এখানেও পেরিনিয়াল গ্রন্থি আছে। এই গ্রন্থি নিঃসৃত রস যোনিপথকে পিচ্ছিল রাখে।

11.33. নার্ভতন্ত্র [Nervous System]

গিনিপিগের নার্ভতন্ত্র তিনটি ভাগে বিভক্ত—(A) কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র (B) প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র ও (C) স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র।

A. **কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র (Central nervous System) : মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ড** নিয়ে কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র গঠিত।

I. **মস্তিষ্ক** (Brain) : মস্তিষ্ক মাথার খুলি বা করোটি গহ্বরের মধ্যে মোট তিনটি পর্দায়** ঢাকা থাকে। মস্তিষ্কের উপরে থাকে **পায়াম্যাটার** (Piamater) নামে রক্তবাহ সমন্বিত পাতলা একটি পর্দা। পায়াম্যাটারের বাইরে অতিরিক্ত পর্দাটির নাম **অ্যারাকনয়েড** (Arachnoid)। এছাড়া একেবারে বাইরে অর্থাৎ করোটির ভিতরের গায়ে লেগে থাকা অপেক্ষাকৃত দৃঢ় পর্দাটি **ডুরাম্যাটার** (Duramater)। অ্যারাকনয়েড পর্দান্তরের ভিতরে ও বাইরের সরু স্থান দুটি **সেরিব্রোস্পাইনাল ফ্লুইড** (Cerebro-spinal-fluid)-এ পূর্ণ থাকে। ফাঁকা স্থানের কোথাও কোথাও ঝুলে থাকা **অ্যারাকনয়েড ভিলি** (Arachnoid villi) ঐ রস শোষণ করে শিরাতন্ত্রে পাঠিয়ে দেয়। মস্তিষ্ক নিম্নলিখিত অংশগুলিতে বিভক্ত :

মস্তিষ্ক
- অগ্রমস্তিষ্ক বা প্রোসেনকেফালন
  - অলফ্যাকটরী লোব
  - গুরুমস্তিষ্ক বা সেরেব্রম
  - ডায়েনকেফালন
- মধ্যমস্তিষ্ক বা মেসেনকেফালন
  - অপটিক লোব
  - ক্রুরা সেরেব্রি
- পরাণ্ডমস্তিষ্ক বা রম্বেনকেফালন
  - লঘুমস্তিষ্ক বা সেরেবেলম
  - মেডালা অবলঙগাটা
  - পনস ভেরলী

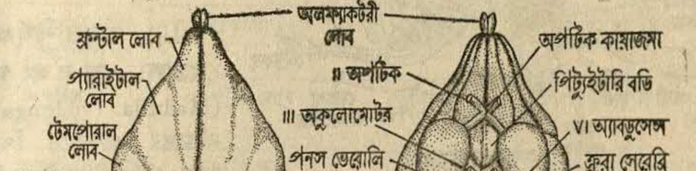
অগ্রমস্তিষ্ক (Fore brain or Prosencephalon) :

(i) **ঘ্রাণ লোব** বা **অলফ্যাক্টরী লোব** (Olfactory lobe) : অগ্রমস্তিষ্কের পুরোভাগে গদাকৃতি দুটি ঘ্রাণ লোব অবস্থিত। এখান থেকে দুটি অ্যালফ্যাকটরী নার্ভ নির্গত হয়।

* স্ত্রী গিনিপিগে পুং গিনিপিগের মতো প্রস্টেট গ্রন্থি নেই।

** তিনটি পর্দাকে একত্রে **মেনিনজেস** (meninges) বলে।

(ii) **গুরুমস্তিষ্ক** বা **সেরেব্রম** বা **সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ার** (Cerebrum or cerebral hemisphere) : এই অংশটি সর্ববৃহৎ—সমগ্র মস্তিষ্কের প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ দখল করে থাকে। সঙ্গে সঙ্গে এটি মধ্যমস্তিষ্ককেও ঢেকে রাখে। একটি গভীর সুস্পষ্ট লম্বালম্বি খাঁজ দ্বারা গুরুমস্তিষ্ক দুটি সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ারে বিভক্ত। হেমিস্ফিয়ার দুটি পিছনের দিকে স্থূল হলেও সামনের দিকে ক্রমশঃ সরু। উভয় হেমিস্ফিয়ারের মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে



চিত্র : 11.33 গিনিপিগের মস্তিষ্ক ; পৃষ্ঠ দৃশ্য (বাঁদিকে) ও অঙ্কদৃশ্য (ডান দিকে)

কর্পাস ক্যালোসাম (Corpus callosum) নামে একটি আড়াআড়ি নার্ভ যোজক। যাই-হোক, আড়াআড়ি কতকগুলি অগভীর খাঁজ থাকায় প্রতিটি, হেমিস্ফিয়ার **ফ্রন্টাল** (frontal), **প্যারাইটাল** (Parietal), **টেমপোরাল** (temporal) ও **অক্সিপিটাল** (occipital) লোবে বিভক্ত (চিত্র : 11.33)।

(iii) **ডায়ানকেফালন** (Diancephalon) : অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত এই অংশটি গুরুমস্তিষ্ক দ্বারা আবৃত থাকে। এর অঙ্কদেশটি হল **হাইপোথ্যালামাস** (Hypothalamus)—যেখানে দুটি অপটিক নার্ভ পরস্পর ক্রস করে 'X' আকৃতির **অপটিক কায়াজমা** (optic chiasma) গঠন করে। ডায়ানকেফালনের পৃষ্ঠদেশে রক্তজালক ছড়ান থাকে।

মধ্যমস্তিষ্ক (Mid-brain or Mesencephalon) :

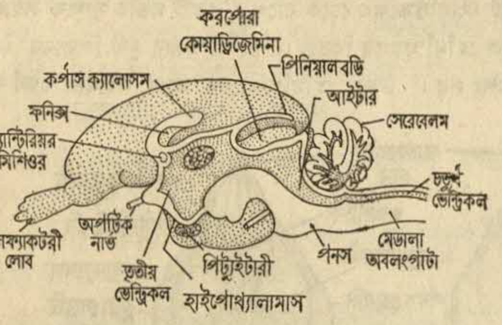
এই অংশটি পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত একজোড়া **অপটিক লোব** ও অঙ্কদেশে অবস্থিত **ক্রুরা সেরেব্রি** (Crura cerebri) দ্বারা গঠিত। অপটিক লোব দুটি সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ারে ঢাকা থাকে। প্রতিটি অপটিক লোব দুটি ভাগে বিভক্ত—ফলে চারটি খণ্ড বা **কার্পাস কোয়াড্রিজেমিনা** (corpus quadrigemina) গঠিত হয়। এগুলি দৃষ্টির অনুভূতিকে নিয়ন্ত্রণ করে।

অপটিক লোবের নীচে অবস্থিত দুটি ক্রুরা সেরেব্রি মেডালা অবলংগাটা থেকে সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ারের দিকে উঠে যায়।

পরাঙমস্তিষ্ক (Hind-brain or Rhombencephalon) :

(i) **লঘুমস্তিষ্ক** বা **সেরেবেলম** (Cerebellem) : এর প্রধান ও সর্ববৃহৎ অংশটি কুণ্ডলী পাকিয়ে থাকে। তিনটি প্রধান খণ্ডে বিভক্ত লঘু মস্তিষ্কের মধ্যের অংশকে

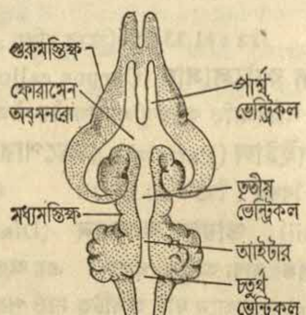
ভারমিস (Vermis) ও পাশের দুই অংশকে **পার্শ্বলোব** (lateral lobe) বলে। প্রতিটি পার্শ্বলোবের বাইরের দিকে আরও দুটি করে ক্ষুদ্রাকৃতি **ফ্লকুলস** (flocculus) থাকে। লঘুমস্তিষ্ক নিরেট এবং এটি দেহের ভারসাম্য রক্ষা ও ঐচ্ছিক পেশী চালনায় অংশ গ্রহণ করে।



চিত্র 11.34 মস্তিষ্কের লম্বচ্ছেদ (পার্শ্ব দৃশ্য)

(ii) **সুষুম্নাশীর্ষক** বা **মেডালা অবলংগাটা** (Medulla oblongata) ঃ মস্তিষ্কের একেবারে পিছনের অংশ এটি। এর উপর দিকটা চওড়া হলেও নীচের দিকটা ক্রমশঃ সরু হয়ে **সুষুম্নাকাণ্ড** বা স্পাইনাল কর্ড গঠন করে। দেহের অনৈচ্ছিক কার্যকলাপকে এটি নিয়ন্ত্রণ করে।

মস্তিষ্ক গহ্বর বা **ভেন্ট্রিকল** (Brain cavities or ventricles) ঃ মস্তিষ্কের মধ্যভাগ ফাঁপা এবং এই ফাঁপা অংশকে ভেন্ট্রিকল বলে। গুরু মস্তিষ্কের দু'পাশের দুটি ভেন্ট্রিকলকে **প্রথম** ও **দ্বিতীয় ভেন্ট্রিকল** বলে। ডায়েনকেফালনের গহ্বরটি **তৃতীয় ভেন্ট্রিকল** এবং সুষুম্নাশীর্ষকের গহ্বরটি হল **চতুর্থ ভেন্ট্রিকল**। **ফোরামেন অব মনরো** (Foramen of Monro) নামে একটি রন্ধ্র দ্বারা তৃতীয় ভেন্ট্রিকলটি প্রথম ও দ্বিতীয় ভেন্ট্রিকলের সঙ্গে যুক্ত থাকে। তেমনি চতুর্থ ভেন্ট্রিকলটি **আইটার** (Iter) নামে সরু পথ দ্বারা তৃতীয় ভেন্ট্রিকলের সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করে (চিত্র ঃ 11.35)।



চিত্র ঃ 11.35 মস্তিষ্কের দীর্ঘচ্ছেদ সম্মুখ দৃশ্য – মস্তিষ্কের গহ্বর বা ভেন্ট্রিকলের অবস্থান

II. **সুষুম্নাকাণ্ড** বা **স্পাইনাল কর্ড** (Spinal cord) ঃ গিনিপিগের সুষুম্নাকাণ্ডটি নলাকার এবং ফাঁপা। এটি মেরুদণ্ডের অস্থিমধ্যস্থ নিউরাল কেনাল (neural canal)-এর মধ্যে দিয়ে নীচের দিকে নেমে যায়। মস্তিষ্কের চতুর্থ ভেন্ট্রিকলের সঙ্গে যুক্ত সুষুম্নাকাণ্ডের ভিতরের ফাঁপা স্থান অর্থাৎ **নিউরোসিল** (neurocoel)-এর মধ্য দিয়েও সেরিব্রোস্পাইনাল ফ্লুইড চলাচল করে। সুষুম্নাকাণ্ডের শেষপ্রান্তকে **ফাইলম টার্মিনালি** (filum terminale) বলে। সুষুম্নাকাণ্ড থেকে উৎপন্ন নার্ভগুলি স্প্যাইনাল নার্ভ নামে পরিচিত।

B. **প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র** [**Peripheral nervous system**] ঃ কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের অন্তর্গত মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ড থেকে উৎপন্ন নার্ভগুলির একত্রে প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র গঠন করে। মস্তিষ্ক

থেকে উৎপন্ন 12 জোড়া নার্ভকে **করোটিক** বা **ক্রেনিয়াল নার্ভ** (cranial nerve) বলে। প্রথম 4 জোড়া ছাড়া বাকি করোটিক নার্ভগুলি সুষুম্নাশীর্ষক বা মেডালা অবলংগাটা থেকে উৎপন্ন হয়। এগুলিকে **সুষুম্নানার্ভ** (Spinal nerve) বলে। নীচে 12 জোড়া করোটিক নার্ভের নাম ও প্রকৃতি, উৎপত্তি, গন্তব্যস্থল ও কাজের ছক দেওয়া হল ঃ

নাম ও প্রকৃতি	উৎপত্তি	গন্তব্যস্থল	কাজ
1. অলফ্যাকটরী (সংজ্ঞাবহ)	অলফ্যাকটরী লোব	ঘ্রাণেন্দ্রিয়	ঘ্রাণের অনুভূতি গ্রহণ
2. অপটিক (সংজ্ঞাবহ)	অপটিক লোব	দর্শনেন্দ্রিয়	দর্শনের অনুভূতি গ্রহণ
3. অকিউলোমোটর (চেষ্টীয়)	মধ্যমস্তিষ্কের অঙ্কদেশ	চক্ষুপেশী	চক্ষুগোলকের সঞ্চালন ও তারারন্ধ্রের সংকোচন
4. ট্রকলিয়ার বা প্যাথেটিক (চেষ্টীয়)	মধ্যমস্তিষ্কের পৃষ্ঠদেশ	চক্ষুগোলকের পঞ্চম পেশী	চক্ষুগোলকের সঞ্চালন
5. ট্রাইজেমিনাল (মিশ্র)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	চক্ষু, উর্ধ্ব ও নিম্ন চোয়াল	মুখমণ্ডলের সংবেদনশীলতা ও চর্বন পেশীর সঞ্চালন
6. অ্যাবডুসেন্স (চেষ্টীয়)	সুষুম্নাশীর্ষকের অঙ্কদেশ	চক্ষু গোলকের ষষ্ঠ পেশী	চক্ষুগোলকের পার্শ্ব সঞ্চালন
7. ফেসিয়াল (মিশ্র)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	মুখগহ্বরের ছাদ ও মেঝে এবং নীচের চোয়াল	স্বাদগ্রহণ, লালাক্ষরণ ও নীচের চোয়াল সঞ্চালন
8. অডিটরী (সংজ্ঞাবহ)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	অন্তঃকর্ণ	শ্রবণ ও ভারসাম্য রক্ষা
9. গ্লসোফেরিঞ্জিয়াল (মিশ্র)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	মুখগহ্বরের মেঝে এবং জিব	স্বাদগ্রহণ, লালাক্ষরণ ও গলাধঃকরণ
10. ভেগাস (মিশ্র)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	স্বরযন্ত্র, হৃৎপিণ্ড ফুসফুস এবং পাকস্থলী ও অন্ত্র	স্বরযন্ত্র, হৃৎপিণ্ড, ফুসফুস প্রভৃতির অভ্যন্তরীণ ক্রিয়া-কলাপ ও পাকস্থলী ও অন্ত্রপেশীর সঞ্চালন
11. স্পাইনাল অ্যাক্সেসরী (চেষ্টীয়)	সুষুম্নাশীর্ষকের পার্শ্বদেশ	গ্রীবাপেশী	গ্রীবাপেশীর সঞ্চালন
12. হাইপোগ্লসাল (চেষ্টীয়)	সুষুম্নাশীর্ষকের অঙ্কদেশ	জিবের ও গলার পেশী	জিব সঞ্চালন

C. স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র [Autonomic nervous system]

প্রধান নার্ভতন্ত্রের উপর নির্ভরশীল নয় এমন কতকগুলি নার্ভ একত্রে স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র গঠন করে। কেন্দ্রীয় নার্ভকর্ডের দুপাশে লম্বালম্বি বিস্তৃত দুটি নার্ভকর্ডই স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রের প্রধান অঙ্গ। দুটি নার্ভকর্ডের উপরেই সারিবদ্ধভাবে অসংখ্য **গ্যাংলিয়ন** থাকে।

11.34. জ্ঞানেন্দ্রিয় সমূহ [Sense organs]

অন্যান্য মেরুদণ্ডী প্রাণীর মতো গিনিপিগেরও **স্পর্শেন্দ্রিয়, ঘ্রাণেন্দ্রিয়, স্বাদেন্দ্রিয় দর্শনেন্দ্রিয়** ও **শ্রবণেন্দ্রিয়** বর্তমান।

1. স্পর্শেন্দ্রিয় (Organs of touch) : বহিস্ত্বকের ঠিক নীচে অবস্থিত অসংখ্য অণুবীক্ষণিক অনুভূতি কোষ (receptor cells) দ্বারা গিনিপিগ স্পর্শ ও উষ্ণতার অনুভূতি গ্রহণ করে। কোষগুলি ক্যাপসুলযুক্ত বা মুক্ত নার্ভতন্তুযুক্ত হয়।

2. ঘ্রাণেন্দ্রিয় (Organs of smell) : একজোড়া নাসারন্ধ্র প্রকৃতপক্ষে ঘ্রাণ-গ্রাহক (olfacto-receptor) যন্ত্রের কাজ করে। সুদীর্ঘ নাসাপথের মধ্যে এমন কতকগুলি ভাঁজ খাওয়া তরুণাস্থি আছে যাদের উপরে ঘ্রাণ কোষ (olfactory cells) আচ্ছাদন রচনা করে। এইসব কোষের মুক্তপ্রান্তে একাধিক সূক্ষ্ম রোম-সদৃশ অঙ্গ থাকে। এই অঙ্গগুলি নীচের দিকে অলফ্যাকটরী নার্ভের শাখার সঙ্গে যুক্ত। গন্ধ সৃষ্টিকারী কোন রাসায়নিক পদার্থ দ্বারা রোম-সদৃশ অঙ্গগুলি উত্তেজিত হলেই অলফ্যাকটরী নার্ভপথে অনুভূতি মস্তিষ্কে পৌঁছায়।

3. **স্বাদেন্দ্রিয়** (Organs of taste) : স্বাদেন্দ্রিয়ের একক হল **স্বাদকোরক** (taste buds)। এগুলি জিবের প্যাপিলায় ঘণ-সন্নিবিষ্ট থাকে। প্রতিটি স্বাদকোরকে **স্বাদকোষ** (taste cells) ও **ধারককোষ** (supporting cells) দ্বারা গঠিত। স্বাদ-কোষগুলির মুক্তপ্রান্তে সূক্ষ্ম রোম-সদৃশ অঙ্গ থাকে এবং তার নীচে থাকে গ্লসোফেরিঞ্জিয়াল নার্ভের শেষ প্রান্ত। খাদ্যবস্তুর স্বাদের তারতম্য অনুসারে স্বাদ-কোরকের কোষগুলি উত্তেজনার তারতম্য ঘটে। ঐ তারতম্যের সংবাদ নার্ভপথে মস্তিষ্কে পৌঁছালে স্বাদের অনুভূতি জাগে।

4. **দর্শনেন্দ্রিয়** (Organs of Sight) :

চক্ষু (Eye) : গিনিপিগের দর্শনেন্দ্রিয় বা আলোক গ্রাহক যন্ত্র হল একজোড়া চোখ। মস্তকের দু'পাশে চক্ষুকোটরের (orbit) মধ্যে চোখ অবস্থিত। চোখের প্রধান অঙ্গ **নেত্রগোলক** (eye-ball) ও **চক্ষুপল্লব** (eye-lids)। কয়েকজোড়া অক্ষিগোলক সংলগ্ন পেশী অক্ষি-গোলককে নাড়াচড়া করতে সাহায্য করে অথবা যথাস্থানে স্থির রাখে। প্রতিটি চোখের সঙ্গে একটি করে অশ্রুগ্রন্থি থাকে। এই গ্রন্থি নিঃসৃত রসই চোখকে পরিষ্কার রাখতে বা চোখ থেকে ধূলোবালি অপসারণ করতে সাহায্য করে।

চক্ষুর গঠন (Structure of eye) : চক্ষু গোলকটির প্রাকার তিনটি স্তরে বিভক্ত যথা—বাইরের **শ্বেতমণ্ডল** বা **স্ক্লেরা** বা **স্ক্লেরোটিক** স্তর (Scleratic), মধ্যের **কৃষ্ণমণ্ডল** বা **কোরয়েড** স্তর (Chroid) এবং ভিতরের **অক্ষিপট** বা **রেটিনা** (Retina) (চিত্র : 11.36)।



চিত্র: 11.36 গিনিপিগের চক্ষুর গঠন

(1) **স্ক্লেরোটিক স্তর** : বাইরের স্তরটি শক্ত ও স্থূল ; সাদা ও অনচ্ছ (opaque)। কিন্তু অক্ষিগোলকের সামনে এই স্ক্লেরাই স্বচ্ছ **করনিয়া** (Cornea) গঠন করে। করনিয়ার উপরে দেহত্বকের এপিডারমিস দ্বারা গঠিত স্বচ্ছ পাতলা স্তর থাকে। এটিকে **কনজাংটিভা** (Conjunctiva) বলে। করনিয়ার ভিতর দিয়ে আলো প্রবেশ করতে পারে।

(2) **কোরয়েড স্তর** : এটির মধ্য দিয়ে আলো প্রবেশ করতে পারে না, তাই এর অপর নাম কৃষ্ণমণ্ডল। কর্নিয়ার পিছনে কোরয়েড স্তর একটি ছিদ্রযুক্ত বৃত্তাকার পর্দা গঠন করে। পর্দাটিকে **কনীনিকা** বা **আইরিস** (Iris) বলে। আইরিসের মাঝের ছিদ্রটি **তারারন্ধ্র** বা **পিউপিল** (Pupil)। আইরিসের সংকোচনে পিউপিল বড় হয় এবং আলো বেশী পরিমাণে প্রবেশ করতে পারে। তেমনি এটি প্রসারিত হলে পিউপিল ছোট হয় এবং স্বভাবতই আলো কম প্রবেশ করে।

(3) **রেটিনা স্তর** : এই স্তরটি আলোক সুবেদী। এখানেই প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়। রেটিনায় **'রড'** ও **'কোন'** নামে দু'ধরনের গ্রাহক কোষ থাকে। এগুলির সাহায্যেই যথাক্রমে আলো ও বর্ণের অনুভূতি ধরা পড়ে। 'রড্' কম আলো এবং 'কোন' উজ্জ্বল আলোয় প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি করে। প্রতিটি 'রড্' ও 'কোন' কোষে অপটিক নার্ভের সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম শাখা বিস্তৃত থাকে। তবে চোখের যে স্থানটিতে অপটিক নার্ভ প্রবেশ করে ঐ কোষগুলি না থাকায় সেখানে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় না। সেজন্য এই স্থানটিকে বলে **অন্ধবিন্দু** বা **ব্লাইণ্ড স্পট** (Blind Spot)।

লেন্স (Lens) : তারারন্ধ্র বা পিউপিলের পিছনেই **সাসপেনসারী লিগামেন্ট** (Suspensory ligament) নামে পেশীতন্তু দ্বারা লেন্সটি সংলগ্ন থাকে। পেশীতন্তুটি সংকোচন ও প্রসারণের ফলেই লেন্সটির বক্রতা পরিবর্তিত হয় এবং বস্তু সঠিক ফোকাসে আসে।

আইরিস ও লেন্স চক্ষুগহ্বরকে দুটি পৃথক প্রকোষ্ঠে ভাগ করে। সামনের ছোট প্রকোষ্ঠটি **অ্যাকোয়স হিউমর** (Aqueous humour) নামে স্বচ্ছ জলীয় তরল রসে পূর্ণ থাকে এবং ভিতরের বড় প্রকোষ্ঠটি **ভিট্রিয়স হিউমর** (Vitreous humour) নামে একই প্রকারের তরল রসে পূর্ণ থাকে।

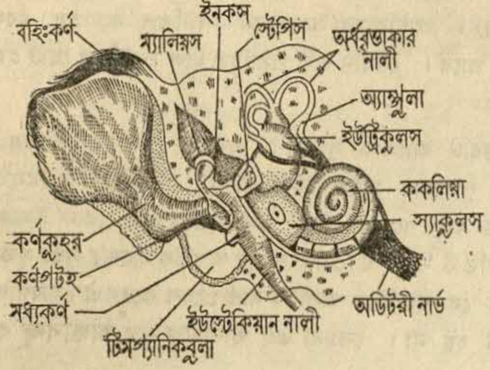
5. **শ্রবণেন্দ্রিয়** (Organs of hearing) :

কর্ণ (Ear) : কর্ণ গিনিপিগের শ্রবণযন্ত্র। এটি **বহিঃকর্ণ, মধ্যকর্ণ** ও **অন্তঃকর্ণ**— এই তিনটি অংশে বিভক্ত (চিত্র 11.37)।

(i) **বহিঃকর্ণ** (External ear) : গিনিপিগের মাথার দু'পাশে দুটি বৃহদাকার কানের পাতা অর্থাৎ বহিঃকর্ণ বা **পিনা** দেখা যায়। পিনা শব্দ গ্রাহক যন্ত্র। এটি কেবল স্তন্যপায়ী প্রাণীদের ক্ষেত্রেই দেখা যায়। পিনা-সংলগ্ন গহ্বরটিকে কর্ণকুহর বা **বহিঃকর্ণের পথ** (External auditory meatus) বলে। এই পথের মাধ্যমে শব্দ মধ্যকর্ণে পৌছায়।

(ii) **মধ্যকর্ণ** (Middle ear) : **কর্ণপটহ** বা **টিমপেনম** (Tympanum) নামে একটি পর্দা বহিঃকর্ণ ও মধ্যকর্ণকে পৃথক রাখে। অর্থাৎ এই পর্দার পিছনের অংশই মধ্যকর্ণ। মধ্যকর্ণ **ইউস্টেকিয়ান নালী** (Eustachian tube) দ্বারা মুখগহ্বরের সঙ্গে যুক্ত। এই নালীপথে মধ্যকর্ণে বাতাস প্রবেশ ক'রে কর্ণপটহের সামনের ও পিছনের বায়ুর চাপ সমান রাখে যাতে পর্দাটি ফেটে না যায়। মধ্যকর্ণে **ম্যালিয়স** (malleus), **ইনকস** (incus) ও **স্টেপিস** (Stapes) নামে পরস্পর সংলগ্ন তিনটি ক্ষুদ্র অস্থি বর্তমান। ম্যালিয়স কর্ণপটহের সঙ্গে এবং স্টেপিস অন্তঃকর্ণের একটি পাতলা ও ঝিল্লীময় পর্দার সঙ্গে যুক্ত। এদের মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে ইনকস।

(iii) **অন্তঃকর্ণ** (Internal ear) : অন্তঃকর্ণ **পেরিলিম্ফ** (Perilymph) নামে একপ্রকার জলীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে। এই রসে ভেসে থাকে অন্তঃকর্ণের প্রধান অংশ—**মেমব্রেনাস ল্যাবাইরিন্থ** (Membranous labyrinth)। এটির দুটি অংশ—উপরেরটি **ইউট্রিকুলস** (Utriculus) এবং নীচেরটি **স্যাকুলস** (Sacculus)। ইউট্রিকুলসে তিনটি **অর্ধ-বৃত্তাকার নালী** (Semicircular canal) পরস্পর সমকোণে অবস্থিত। প্রতিটি নালীর স্ফীত প্রান্তকে **অ্যাম্পুলা** (Ampula) বলে। স্যাকুলসের নীচে



চিত্র : 11.37। গিনিপিগের শ্রবণেন্দ্রিয়

শামুকের খোলের মতো প্যাঁচানো নলটি **ককলিয়া** (Cochlea)। এর মধ্যেই **কর্টি যন্ত্র** (organ of Corti) অবস্থিত। কর্টিযন্ত্রের রোঁয়াযুক্ত শ্রবণকোষগুলি শব্দ তরঙ্গের দ্বারা উত্তেজিত হলে সেই উত্তেজনা **অডিটরী নার্ভ** পথে মস্তিষ্কে পৌঁছায়, যার ফলে প্রাণীটি শুনতে পায়।

শ্রবণ পদ্ধতি (Mechanism of hearing) :

বহিঃকর্ণ বা পিনা শব্দ-গ্রাহক যন্ত্র। শব্দ সেখান থেকে কর্ণকুহরে প্রবেশ ক'রে কর্ণপটহে আঘাত করে। আঘাতের মাত্রা অনুসারে কর্ণপটহ স্পন্দিত হয় ; এই স্পন্দন ম্যালিয়স, ইনকস ও স্টেপিসের মাধ্যমে অন্তঃকর্ণের পর্দায় পৌঁছায়। পর্দার চাপ প্রথমে পেরিলিম্ফে এবং পরে স্যাকুলস বা ককলিয়ার ভিতরের এণ্ডোলিম্ফে পৌঁছায়। ককলিয়া-মধ্যস্থ কর্টিযন্ত্রে যে সংবাদ গ্রাহক কোষগুলি থাকে তারা অডিটরী নার্ভ পথে অনুভূতি মস্তিষ্কে পৌঁছে দেয় এবং প্রাণীটি শুনতে পায়।

ভারসাম্য (Balancing) : কর্ণ ভারসাম্য রক্ষায় উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। ভারসাম্যে সামান্যতম বিঘ্ন ঘটলে অর্ধবৃত্তাকারনালীর মধ্যে অবস্থিত এণ্ডোলিম্ফের প্রবাহ পথ পরিবর্তিত হয়। অর্ধবৃত্তাকারনালী বিভিন্ন তলে সাজানো থাকে বলে প্রবাহ পরিবর্তনের যে কোন সঙ্কেত নালীমধ্যস্থ সুবেদী কোষগুলি গ্রহণ করে এবং সেই সঙ্কেত অডিটরী নার্ভ মারফৎ মস্তিষ্কে পাঠিয়ে দেয়। মস্তিষ্কের নির্দেশ মতো এণ্ডোলিম্ফ স্বস্থানে ফিরে আসে এবং প্রাণীর ভারসাম্য রক্ষিত হয়।

11.35. কঙ্কালতন্ত্র [Skeletal system]

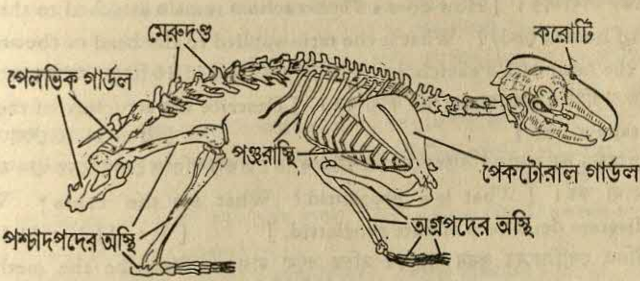
গিনিপিগের কঙ্কালতন্ত্র দুটি প্রধান ভাগে বিভক্ত—**বহিঃকঙ্কাল** (Exoskeleton) ও **অন্তঃকঙ্কাল** (Endoskeleton)।

(1) **বহিঃকঙ্কাল** : গিনিপিগের বহিঃকঙ্কাল বলতে রোম ও নখকে বোঝায়।

(2) **অন্তঃকঙ্কাল ঃ** অন্যান্য স্তন্যপায়ীর মতো গিনিপিগের অন্তঃকঙ্কাল বিভিন্ন অংশে বিভক্ত। নীচে ছকের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার অন্তঃকঙ্কালের নামোল্লেখ করা হল। ব্যবহারিক অংশে এদের বিস্তারিত বিবরণ পাওয়া যাবে।

অন্তঃকঙ্কাল (Endoskeleton)

- অক্ষ কঙ্কাল (Axial Skeleton)
  - করোটি (Skull) ও নীচের চোয়াল (Lower jaw)
  - মেরুদণ্ড (Vertebral column)
  - পঞ্জরাস্থি (Ribs)
  - বক্ষাস্থি (Sternum)
- উপাঙ্গ কঙ্কাল (Appendicular Skeleton)
  - পেকটোরাল গার্ডল (Pectoral girdle) ও অগ্রপদের অস্থি (Bones of forelimbs)
  - পেলভিক গার্ডল (Pelvic girdle) ও পশ্চাদপদের অস্থি—(Bones of hind-limbs)



চিত্র : 11.38 গিনিপিগের কঙ্কালতন্ত্র

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long answer /Essay type questions]

1. অ্যামিবার গঠনের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। অ্যামিবা কি কি ভাবে খাদ্য গ্রহণ করে ? [Draw and label various structures found in an *Amoeba*. In how many ways *Amoeba* captures its prey ?] [উঃ। 11.1 চিত্র ও 11.6 দেখ]

2. অ্যামিবার গঠন ও উহার বিভিন্ন অংশের কাজ বর্ণনা কর। [Describe the structures and function of different parts of an *Amoeba*.] [উঃ। 11.5 দেখ]

3. অ্যামিবার পুষ্টিসাধন পদ্ধতি বর্ণনা কর। [Describe the mechanism of nutrition of *Amoeba*.] [উঃ। 11.6 দেখ]

4. প্রাণিজগতের অ্যামিবার স্থান কোথায়? অ্যামিবার চলন পদ্ধতি সম্বন্ধে মতামত ব্যাখ্যা কর। [What is the systematic position of *Amoeba* ? Explain the theories of movement of *Amoeba.*] [উঃ। 11.2 ও 11.6(3) দেখ]

5. অ্যামিবার শ্বসন ও রেচন পদ্ধতির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। অ্যামিবায় যৌন জনন দেখা যায় কি ? [Give a brief account of respiration and excretion of *Amoeba.* Is there sexual reproduction in *Amoeba* ?] [উঃ। 11.6(2) ও (6) iv দেখ]

6. অ্যামিবার জনন-পদ্ধতির সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the method of reproduction in *Amoeba.*] [উঃ। 11.6(6) দেখ]

7. টিনিয়া সোলিয়মের জীবন-বৃত্তান্ত বর্ণনা কর। মানুষের দেহে এটি কিভাবে স্থানান্তরিত হয়? [Describe the life-history of *Taenia solium.* How is it transmitted in human-body ?] [উঃ। 11.17 দেখ]

8. দুটি ফিতাকৃমির বৈজ্ঞানিক নাম লেখ। এদের মুখ্য ও গৌণ পোষকের নাম কর। ফিতাকৃমি কিভাবে মানুষের অপকার করে বিস্তারিত আলোচনা কর। টিনিয়ার আক্রমণ প্রতিরোধের উপায় কি? [Give scientific names of two flatworms. Name their primary and secondary hosts Discuss how a flatworm endangers human life. What are the preventive measures ?] [উঃ। 11.7 ; 11.19 ও 11.20 দেখ]

9. পরজীবী কাকে বলে? টিনিয়া সোলিয়মের জীবন-চক্র বর্ণনা কর। [What is a parasite ? Describe the life-cycle of *Taenia solium.*] [উঃ। 11.17 দেখ]

10. টিনিয়া সোলিয়ম মানবদেহের ক্ষুদ্রান্ত্রে কিভাবে সংলগ্ন থাকে? প্রাণীটির মস্তকের নাম কি? চিত্রসহ মস্তকের বর্ণনা দাও। [How does a *Taenia solium* remain attached to the small intestine of human body ? What is the term applied to the head of the animal ? Describe the head with a sketch.] [উঃ। 11.10(1) ও 11.16 চিত্রের স্কোলেক্স অংশ দেখ]

11 ফিতাকৃমির দেহপ্রাকারের গঠন বর্ণনা কর। [Describe the structure of the body wall of a tape worm.] [উঃ। 11.10 শেষাংশ দেখ]

12. প্রোগ্লটিড কাকে বলে? কতরকমের প্রোগ্লটিড আছে? একটি পরিণত প্রোগ্লটিডের গঠন নামাঙ্কিত চিত্রযোগে বর্ণনা কর। [What is a proglottid ? What are the types ? With a labelled diagram describe a mature proglottid.] [উঃ। 11.10 ; 11.16 দেখ]

13. টিনিয়া সোলিয়মের জনন পদ্ধতির সচিত্র বর্ণনা দাও। [Describe the method of reproduction in *Taenia solium* with sketches.] [উঃ। 11.16 দেখ]

14. মানুষের দেহে কিভাবে ফিতাকৃমি সংক্রামিত হয়? সংক্রমণ প্রতিরোধের উপায় কি? সিষ্টিসার্কাস কাকে বলে? [How is human body infected with tapeworm ? What are its remedies ? What is a cysticercus ?] [উঃ। 11.17 শেষাংশ ; 11.20 দেখ]

15. চিত্রযোগে একটি গিনিপিগের বহিরাকৃতির বিবরণ দাও। [Give an account of the external features of a Guineapig with sketches.] [উঃ। 11.21 (iii) দেখ]

16. গিনিপিগের ত্বকের গঠনের সচিত্র বর্ণনা দাও। [Draw and describe the structure of the skin of a Guineapig.] [উঃ। 11.22 দেখ]

17. গিনিপিগের পাচনতন্ত্রের বর্ণনা কর এবং পাচন পদ্ধতির উপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ। [Describe the digestive system of Guineapig and write a short note on its process of digestion.] [উঃ। 11.24 দেখ]

18. গিনিপিগের পরিপাক গ্রন্থিগুলির নাম বল এবং তাদের কার্যকলাপের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Name the digestive glands of Guineapig and give a brief account of their functions.] [উঃ। 11.25 দেখ]

19. গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের গঠন বর্ণনা করে কিভাবে হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে রক্ত সঞ্চালিত হয় দেখাও।

[Describe the structure of the heart of Guineapig and show the course of circulation of blood through it.] [উঃ। 11.27]

বা

গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের অন্তর্গঠনের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়ে রক্ত চলাচল পদ্ধতি বর্ণনা কর। [Draw the internal structure of Guineapig's heart and label its various parts. Describe the mode of blood circulation through it.]

[উঃ। 11.27 দেখ]

20. গিনিপিগের শ্বসনতন্ত্রের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। প্রাণীটির শ্বসন পদ্ধতির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Draw and label various parts of the respiratory system of Guineapig. Give a brief account of the process of respiration of Guineapig.]

[উঃ। 11.31 দেখ]

21. গিনিপিগের দেহে নিম্নলিখিত বস্তুগুলির উৎপত্তি ও বিস্তার উল্লেখ কর:—(i) করোনারী ধমনী, (ii) সিলিয়াক ও অগ্র মেসেনটারিক ধমনী, (iii) অন্তঃ ক্যারটিড ধমনী, (iv) ফুসফুসীয় ধমনী। [Mention the origin and distribution of the following in Guineapig, (i) Coronary artery, (ii) Coeliac and anterior mesenteric arteries, (iii) Internal carotid artery, (iv) Pulmonary artery.] [উঃ। 11.28 দেখ]

22. ধমনী কাকে বলে ? গিনিপিগের ধমনীতন্ত্রের সচিত্র বিবরণ দাও। [What is an artery ? Give an illustrated account of the arterial system of Guineapig.] [উঃ। 11.28 দেখ]

23. শিরা ও ধমনীর পার্থক্য কি ? ফুসফুসীয় শিরা ও ফুসফুসীয় ধমনীর বৈশিষ্ট্য কি ? পোর্টাল তন্ত্র কাকে বলে ? [What is the difference between a vein and an artery ? What is the characteristic features of a pulmonary vein and a pulmonary artery ? What is a portal system ? [উঃ। 11.27(3) ও 252 পাতার foot note ও 11.29 দেখ]

24. গিনিপিগের শিরাতন্ত্রের সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the venous system of Guineapig.] [উঃ। 11.29 দেখ]

25. গিনিপিগের মস্তিষ্কের পৃষ্ঠদেশ ও অঙ্কদেশের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Draw the dorsal and ventral aspects of the brain of Guineapig and label its various parts.] [উঃ। চিত্র : 11.33 দেখ]

26. গিনিপিগের পুং ও স্ত্রী জননতন্ত্রের তুলনা কর। [Compare the male and female reproductive system of Guineapig.] [উঃ। 11.32B দেখ]

27. গিনিপিগের নার্ভতন্ত্র কয়টি প্রধান ভাগে বিভক্ত ? কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের বিস্তারিত বিবরণ দাও। [What are the major types of nervous system of Guineapig ? Give a detailed account of the central nervous system.] [উঃ। 11.33 দেখ]

28. গিনিপিগের পুং বা স্ত্রী জননতন্ত্রের সচিত্র বর্ণনা দাও। [Give an illustrated account of either male or female reproductive system of Guineapig.] [উঃ। 11.32B দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

29. একটি গ্রাভিড প্রোগ্লটিডের ছবি এঁকে লেবেল কর। ফিতাকৃমির পরজীবীত্ব জনিত অভিযোজনের উপর তোমার মতামত রাখ। [Draw and label a gravid proglottid. Give your comment on the parasitic adaptations of a flatworm.] [উঃ। চিত্র : 11.16 ও 11.18 দেখ]

30. গিনিপিগের দেহে নিম্নলিখিত অঙ্গগুলির অবস্থান উল্লেখ কর :—(i) ফোরামেন ম্যাগনম, (ii) ফোরমেন অব মনরো, (iii) ইলিয়ম, (iv) তৃতীয় ভেন্ট্রিকল। [Mention the place of occurrence of the following in the body of a Guineapig :—(i) Foramen magnum, (ii) Foramen of Monro, (iii) Ileum, (iv) Third ventricle.] [উঃ। 11.33 দেখ]

21. অ্যামিবার স্পোরুলেসান পদ্ধতিটি কিরূপ ? [What is the process of sporulation in *Amoeba* ?] [উঃ। 11.6(6)(iii) দেখ]

32. অ্যামিবার চলনের জন্য 'সল-জেল' মতবাদ কতদূর যুক্তিযুক্ত বিশ্লেষণ কর। [Critically estimate how far the 'sol-gel' theory of movement of *Amoeba* is acceptable.]
[উঃ। 11.6(3) A দেখ]

33. দ্বিভাজন কাকে বলে? তোমার পঠিত একটি প্রাণীদেহে দ্বিভাজন পদ্ধতির নামাঙ্কিত চিত্রযোগে বিবরণ দাও। [What is binary fission? Describe with neat lebelled diagrams the binary fission in an animal studied by you.] [উঃ। 11.6(6) (i) দেখ]

34. মধ্যচ্ছদা কাকে বলে? এটি কোথায় অবস্থিত? কোন্ প্রাণীর কোন্ তন্ত্রের সঙ্গে এটি ঘনিষ্টভাবে জড়িত। [What is a diaphragm? Where is it located? With which system of what animal is it intimately related?] [উঃ। 11.31 দেখ]

35. গিনিপিগের জ্ঞানেন্দ্রিয়গুলির নাম কর। একটি চোখের দীর্ঘচ্ছেদের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Name the sense organs of a Guineapig. Draw and label the longitudinal section of an eye of Guineapig.] [উঃ। 11.34 দেখ]

36. গিনিপিগের শ্রবণেন্দ্রিয় কিভাবে ভারসাম্য রক্ষা করে। ভারসাম্য রক্ষা সংক্রান্ত অঙ্গগুলির সচিত্র বিবরণ দাও। [How do the sense organs for hearing help Guineapig in maintaining equilibrium? Give an illustrated account of the organs related to the process of equilibrium.] [উঃ। 11.34(5) দেখ]

37. গিনিপিগের মধ্যকর্ণের ছবি আঁক ও লেবেল কর। [Draw and label the middle ear of a Guineapig.] [উঃ। 11.34 দেখ]

38. মেরুদণ্ডীর মস্তিষ্কগহ্বরকে কি বলে? লম্বচ্ছেদে গিনিপিগের মস্তিষ্কের গহ্বরগুলির অবস্থান দেখাও ও তাদের নাম কর। [What is the term applied to the brain-cavities? In the longitudinal section of the brain of Guineapig show the position of the cavities therein with their names.] [উঃ। 11.33A 1 (ii) দেখ]

39. ছকের মাধ্যমে গিনিপিগের কঙ্কালতন্ত্রের শ্রেণীবিভাগ কর। [Classify the skeletal system of Guineapig in a tabular form.] [উঃ। 11.35 দেখ]

40. সাহায্যকারী অঙ্গ বলতে কি বোঝ? গিনিপিগের পুংজননতন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত সাহায্যকারী অঙ্গগুলির গঠন ও কাজের উল্লেখ কর। [What do you mean by accessory organs? State the structural features and functions of the accessory organs associated with the male reproductive organ of Guineapig.] [উঃ। 11.32B দেখ]

41. পার্থক্য নির্দেশ কর: [Distinguish between]

(1) প্লাজমাজেল ও প্লাজমাসল [Plasmagel and Plasmasol] [উঃ। 11.6(3)A দেখ]

(2) হেক্সাকান্থ ও সিষ্টিসার্কাস লার্ভা [Hexacanth and Cysticercus larva]
[উঃ। 11.17 দেখ]

(3) সেবেসিয়াস গ্রন্থি ও ঘর্মগ্রন্থি [Sebaceous gland and Sweat gland] [উঃ। 11.22 দেখ]

(4) বহিঃশ্বসন ও অন্তঃশ্বসন [Expiration and Inspiration] [উঃ। 11.31 দেখ]

(5) পিত্ত ও অগ্ন্যাশয় রস [Bile and Pancreatic juice] [উঃ। 11.25 দেখ]

(6) হেপাটিক পোর্টাল ও রেনাল পোর্টাল তন্ত্র [Hepatic portal and Renal portal system]
[উঃ। 11.29B 3 দেখ]

(7) সিস্টেমিক ও পোর্টাল তন্ত্র [Systemic and Portal system] [উঃ। 11.29 দেখ]

(8) ধমনী ও শিরা [Artery and Vein] [উঃ। 11.27(3) দেখ]

(9) ইনভ্যাজিনেশান ও ইম্পোর্ট [Invagination and Import] [উঃ। 11.6 (iii) ও (iv) দেখ]

(10) সংকোচনশীলগহ্বর ও জলগহ্বর [Contractile vacuole and water vacuole]
[উ। 11.5 দেখ]

(11) গ্রাভিড ও পরিণত প্রোগ্লটিড [Gravid and mature proglottid]
[উঃ। 11.10(3) ও চিত্র: 11.16 দেখ]

(12) ফোরামেন অব্ মনরো ও ফোরামেন ম্যাগনম [Foramen of Monro and Foramen magnum.] [উঃ। 11.33 দেখ ; ফোরামেন ম্যাগনম মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ডের সীমানা নির্দেশক লাইন]

(13) অ্যাকোয়স হিউমর ও ভিট্রিয়স হিউমর [Aqueous humour and vitreous humour] [উঃ। 11.34(4) দেখ]

(14) ডুরাম্যাটার ও পায়াম্যাটার [Duramater and Piamater] [উঃ। 11.33A 1 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

42. গিনিপিগের পাচকরস কি কি ? [What are the digestive juices of Guineapig ?] [উঃ। 11.26 দেখ]

43. অন্তঃপরজীবীর বৈশিষ্ট্য কি কি ? একটি অন্তঃপরজীবীর দুটি পোষকের নাম কর। [What are the characteristic features of an endoparasite ? Name two hosts of an endoparasite.] [উঃ। 11.18 ; 11.9 দেখ]

44. অ্যামিবার জলসাম্য বা অসমো-রেগুলেসান পদ্ধতিটি কিরূপ ? [How is osmo-regulation effected in *Amoeba* ?] [উঃ। 11.6(4) দেখ]

45. দুটি ফিতাকৃমির বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। এদের পোষকের নামোল্লেখ কর। [Give the scientific names of two tapeworms. Name their hosts.] [উঃ 11.7-এর ছক দেখ]

46. অপটিক কায়াজমা কি ? এটিকে কোথায় দেখা যায় ? [What is optic chiasma ? Where is it found ?] [উঃ 11.33 অগ্রমস্তিষ্ক অন্তর্গত (iii) দেখ]

47. লসিকা কাকে বলে ? 'লিম্ফ্ হার্ট' কোথায় থাকে এবং কাজ কি ? [What is lymph ? Where is "lymph-heart" located and what is its function ?] [উঃ। 11.30 দেখ]

48. এপিগ্লটিসের কাজ কি ? [What is the function of epiglottis ?] [উঃ। 11.31 দেখ]

49. স্বরযন্ত্র কয়টি তরুণাস্থি দিয়ে গঠিত ? নাম কর। [How many cartilages are required to form a larynx ? Name them.] [উঃ। 11.31 দেখ]

50. শ্বাসনালীর উপরে তরুণাস্থিময় অঙ্গুরীর কাজ কি ? [What is the function of cartilagenous ring on trachea ?] [উঃ। 11.31 দেখ]

51. অ্যাজাইগস কি ? এর অবস্থান দেখাও। [What is an Azygos ? Where is it located ? [উঃ। 11.31 দেখ]

52. **শূন্যস্থান পূর্ণ কর** [Fill in the blanks] :

(1) অ্যামিবার নির্দিষ্ট—নেই। (2) শিকার ধরার আগে অ্যামিবা ক্ষণপদ বিস্তৃত করে—গঠন করে। (3) অ্যামিবার দেহের বাহিরের আবরণটিকে—বলে। (4) ফিতাকৃমির মাথাটির নাম—। (5) টিনিয়া সোলিয়ম—দেহ থেকে মানুষের দেহে সংক্রামিত হয়। (6) প্রোগ্লটিডে প্রায়– টি শুক্রাশয় থাকে। (7) উটাইপসংলগ্ন গ্রন্থিগুলিকে—বলে। (8) প্রোস্কোলেক্স—পদ্ধতিতে বেরিয়ে আসে। (9) ফুসফুস – র মাধ্যমে পরিশ্রুত রক্ত বাম অলিন্দে ফিরে আসে। (10) গিনিপিগের মস্তিষ্কের আবরণীকে — বলে। (11) গিনিপিগের হৃৎপিণ্ড — নামে আবরণীতে আবৃত থাকে। (12) গিনিপিগের মধ্যকর্ণ ও মুখগহ্বরের মধ্যে সংযোগ রক্ষাকারী নালীটি হল —। (13) দেহের কলাকোষ যে তরল পদার্থে ডুবে থাকে তাকে — বলে। (14) লসিকানালীর বিভিন্ন অংশ স্ফীত হয়ে গঠন করে সংকোচনশীল—। (15) গিনিপিগের কুণ্ডলীকৃত শুক্রনালীর প্রথমাংশকে — বলে।

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

53. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টির উপর '√' চিহ্ন দাও [Put '√' mark on the correct word/words given in parenthesis.]

(1) অ্যামিবা জনন কাজ সম্পন্ন করে (অযৌন প্রক্রিয়ায়/যৌন প্রক্রিয়ায়/উভয় প্রক্রিয়ায়)।

(2) অ্যামিবার রেচন মুখ্যত সম্পন্ন হয় (সংকোচনশীল গহ্বর/জলগহ্বর/ব্যাপন ক্রিয়া মাধ্যমে)।
(3) ফিতাকৃমি বাস করে (মানুষের যকৃতে/ক্ষুদ্রান্ত্রে/মূত্রস্থলীতে)।
(4) ইউরিয়া উৎপন্ন হয় (বৃক্কে/যকৃতে/মূত্রস্থলীতে)।
(5) পিত্তরস (ক্ষারীর প্রকৃতির/অম্ল প্রকৃতির)।
(6) গিনিপিগের দেহে আছে (রেনাল পোর্টাল শিরা/হেপাটিক পোর্টাল শিরা/উভয়ই)।
(7) দক্ষিণ অলিন্দ ও দক্ষিণ নিলয়ের ছিদ্রমুখে থাকে (দ্বিপত্র কপাটক/ত্রিপত্র কপাটক)।
(8) গিনিপিগের মধ্যচ্ছদা সংলগ্ন সবচেয়ে ছোট শিরাটি হল (হেপাটিক শিরা/ফ্রেনিক শিরা/লাম্বার শিরা)
(9) শ্বাসগ্রহণের সময় ধনুকের মতো বেঁকে যায় ও সোজা হয় (ফুসফুস/মধ্যচ্ছদা/শ্বাসনালী)।
(10) গিনিপিগের চোখে প্রতিবিম্ব গঠিত হয় (স্ক্লেরায়/রেটিনায়/কর্ণিয়ায়)।
(11) বহিঃকর্ণ ও মধ্যকর্ণের মাঝখানের পর্দাটি (ডায়াফ্রাম/টিমপেনম)।
(12) গিনিপিগের কর্ণের অর্ধবৃত্তাকার নালীর স্ফীত প্রান্তের নাম (লিম্প হার্ট/অ্যামপুলা)।

54. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) অন্তঃকোষীয় পাচন (Intracellular digestion), (b) ক্ষণপদ (Pseudopodium), (c) সংকোচনশীল গহ্বর (Contractile vacuole), (d) স্পোরুলেসান (Sporulation), (e) অসমো-রেগুলেসান (Osmoregulation), (f) দ্বিভাজন (Binary fission), (g) ফুড কাপ (Food cup), (h) রস্টেলম (Rostellum), (i) স্কোলেক্স (Scolex), (j) প্রোগ্লটিড (Proglottid), (k) মেহলী গ্রন্থি (Mehli's gland), (l) সিষ্টিসার্কাস (Cysticercus), (m) হেক্সাকান্থ ভ্রূণ (Hexacanth embryo), (n) বথ্রিয়ম (Bothrium), (o) ফোরামেন অব মনরো (Foramen of Monro), (p) সেবেসিয়াস গ্রন্থি (Sebaceous gland), (q) হেটারোডন্ট (Heterodont), (r) ডাইফিওডন্ট (Diphyodont), (s) লিম্ফ হার্ট (Lymph heart), (t) নাসাগলবিল (Nasopharynx), (u) ভোকাল কর্ড (Vocal cord), (v) কাউপার গ্রন্থি (Cowper's gland), (w) পায়াম্যাটার (Piamater), (x) অ্যারাকনয়েড ভিলি (Arachonoid villi), (y) সেরিব্রো-স্পাইনাল রস (Cerebro-spinal fluid), (z) ক্রুরা সেরেব্রি (Crura cerebri)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

12 ॥ অর্থনৈতিক প্রাণিবিদ্যা সম্বন্ধে সাধারণ ধারণা ॥

Syllabus : General idea about Economic Zoology : with reference to Sericulture.

12.1. সূচনা [Introduction]

পূর্ববর্তী অধ্যায় দুটিতে প্রাণিজগতের শ্রেণীবিভাগ ও কয়েকটি নির্বাচিত প্রাণীর দৈহিক গঠন ও কার্যকলাপ সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। প্রাণীর শ্রেণীবিন্যাস ও তাদের গঠন-বৈচিত্র্য সম্বন্ধে পুরোপুরি জ্ঞানলাভ করলেই প্রাণিবিদ্যা পাঠের উদ্দেশ্য সিদ্ধ হয় না। প্রাণিবিদ্যা পাঠের উদ্দেশ্য তখনই সিদ্ধ হয় যখন মানুষ তার বর্তমান জ্ঞানের পরিপ্রেক্ষিতে একে মানব কল্যানে পুরোপুরি নিয়োজিত করতে পারে।

মানুষ সর্বশ্রেষ্ঠ প্রাণী। সে তার প্রয়োজন ও অপ্রয়োজনের দিকে দৃষ্টি রেখেই অন্যান্য প্রাণীর গুরুত্ব নিরূপণ করে। অসংখ্য প্রাণীর মধ্যে কেবল উপকারী প্রাণীরাই যে মানুষের কাছে গুরুত্ব পায় তাই নয় যে সব অপকারী প্রাণী খাদ্য নষ্ট করে, আসবাব নষ্ট করে, গাছপালা ও মানুষের রোগ সৃষ্টি করে তারাও উপেক্ষণীয় নয়। এই সব প্রাণী ছাড়া খাদ্য, পরিচ্ছদ ও অন্যান্য ব্যবহার্য সামগ্রী যে সব প্রাণীদের কাছ থেকে পাওয়া যায় এবং যাদের পরিচর্যা, রক্ষণাবেক্ষণ দ্বারা মানুষের অর্থনৈতিক বুনিয়াদ সুদৃঢ় হয় সেই সব প্রাণী সম্বন্ধে প্রাণিবিজ্ঞানের যে শাখায় আলোচনা হয় তাকে **অর্থ নৈতিক প্রাণিবিদ্যা** (Economic Zoology) বলে।

নিত্য নতুন বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণে মাছ চাষ, কুমীর চাষ, ব্যাঙ চাষ, লাক্ষা চাষ, মৌমাছি চাষ, রেশম মথ চাষ দ্বারা প্রভূত অর্থোপার্জন সম্ভব। এ ব্যাপারে অনেক ক্ষেত্রে সরকারী উদ্যোগের উল্লেখ করা যায়। ব্যক্তিগত মালিকানায়ও মৌমাছি চাষ ও রেশম মথের চাষ ক্রমবর্ধমান। তবে বৈজ্ঞানিক পন্থা অনুসরণে সুপরিকল্পিত চাষের সাহায্যেই কেবল স্বল্প ব্যয়ে অধিক অর্থাগম সম্ভব। সেজন্য চাই দক্ষ কর্মী এবং সর্বোপরি চাই সংশ্লিষ্ট প্রাণীর গঠন, জীবন-যাপন প্রণালী ও তাদের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা সম্বন্ধে পুরোপুরি ধারণা। অর্থনৈতিক প্রাণি-বিদ্যার বিভিন্ন শাখায় উল্লেখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে পুঙ্খানুপুঙ্খ পর্যালোচনা করার সুযোগ আছে।

12.2. রেশম চাষ [Sericulture]

বিজ্ঞান সম্মতভাবে রেশম মথ প্রতিপালন করে তাদের ককুন থেকে উন্নতমানের রেশম সংগ্রহ পদ্ধতিকে রেশম চাষ বলে।

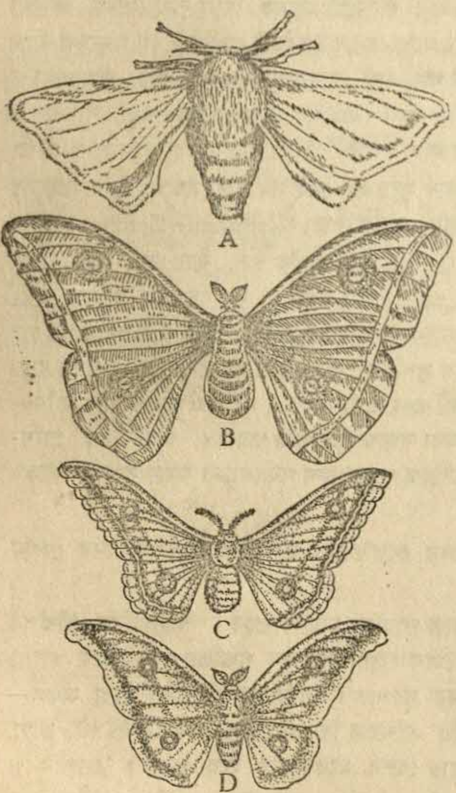
সুপ্রাচীন কাল থেকেই রেশম ও রেশমজাত দ্রব্যাদির চাহিদা প্রচুর। আনুমানিক খ্রীষ্টপূর্ব 3,500 সনে সর্বপ্রথম চীনদেশে রেশম মথ থেকে রেশম উৎপাদন পদ্ধতির গুরুত্ব সম্বন্ধে ধারণা জন্মায়। তখন থেকেই সেখানে মথ চাষের সূত্রপাত। বর্তমানে পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চল—বিশেষ করে ভারত, রাশিয়া, জাপান প্রভৃতি এশিয়ার বিভিন্ন দেশে, এমনকি ইটালী, ফ্রান্স, স্পেন, গ্রীস প্রভৃতি ইউরোপের নানাজায়গায় রেশম মথের চাষ হয়ে থাকে। জাপান ও ইটালীর মতো জায়গায় অল্পব্যয়ে অধিক পরিমাণে ভাল রেশম উৎপাদনের জন্য গবেষণা-কেন্দ্রগুলিতে রেশম মথের জিনঘটিত গুণমাণের উন্নতি করার চেষ্টা চলেছে। ভারতে রেশম মথের চাষ চীনের মতো সুপ্রাচীন না হলেও অনুমান করা হয় যে খ্রীষ্টপূর্ব 1000 সনেই ভারত এ ব্যাপারে যথেষ্ট ওয়াকিবহাল ছিল। সুখের কথা ভারতের রেশম ও রেশমজাত বস্ত্র ও

দ্রব্যাদি আজ আন্তর্জাতিক বাজারে যথেষ্ট খ্যাতি অর্জন করেছে। এর মূলে আছে ভারতীয় রেশমের উৎকর্ষ, ঔজ্জ্বল্য ও স্থায়িত্ব। পশ্চিমবঙ্গ, আসাম, বিহার, কর্ণাটক, অন্ধ্র, উত্তরপ্রদেশ, পাঞ্জাব ও কাশ্মীরে রেশম শিল্প সুগঠিত। পৃথিবীতে **অপরিমার্জিত রেশম সুতো** (Raw Silk)* উৎপাদনে ভারতের স্থান চতুর্থ। ভারতে প্রায় 50 লক্ষ লোকের রুজিরোজগার প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে রেশম শিল্পের উপর নির্ভরশীল।

12.3. রেশম বা সিল্ক [Silk]

রেশম মথের **গুটি** বা **ককুনের** (Cocoon) আবরণী থেকে উৎপন্ন সুতোকে **রেশম** বা **সিল্ক** বলে। সাধারণত **বম্বিক্স মোরি** (*Bombyx mori*) নামে পতঙ্গ-শ্রেণীভুক্ত আর্থ্রোপডা পর্বের রেশম মথের একটি প্রজাতি থেকেই আমাদের দেশে উৎপন্ন ভাল জাতের সিল্ক পাওয়া যায়। কাশ্মীর, পাঞ্জাব ও পশ্চিমবঙ্গের বিভিন্ন জেলায় কৃত্রিম উপায়ে এই প্রজাতির অত্যন্ত ব্যাপকভাবে চাষ হয়ে থাকে। এর ফলে রেশম মথ প্রায় গৃহপালিত পতঙ্গে পরিণত হয়েছে।

12.4. রেশম মথের প্রাকারভেদ [Types of Silk moths]



চিত্র : 12.1 বিভিন্ন প্রকার রেশম মথ A—মালবেরী রেশম মথ ; B—তসর রেশম মথ; C—মুগা রেশম মথ ; D—এরি রেশম মথ

ভারতে প্রধানত চার ধরনের রেশম মথ আছে। প্রকৃত রেশম, তসর, মুগা ও এরির প্রকৃতি অর্থাৎ গুণমাণ রেশম মথের প্রকারভেদের উপর নির্ভর করে।

(A) **প্রকৃত** বা **মালবেরী (তুঁত) রেশম মথ** (Mulberry Silk worm) : **বম্বিক্স মোরির** গুটি থেকে **উৎকৃষ্ট ধরনের সুতো** পাওয়া যায়। এরা কেবল তুঁত গাছেই (**মোরস ইণ্ডিকা, মোরস লেভিগাটা, মোরস সেরাটা**) জন্মায়।

(B) **তসর রেশম মথ** (Tussore silk worm) : **অ্যানথেরিয়া মিলিট্টা** (*Antheraea mylitta* শাল),—ডুমুর, ওক প্রভৃতি গাছে এরা জন্মায়। এদের গুটি থেকে **তসর** উৎপন্ন হয়।

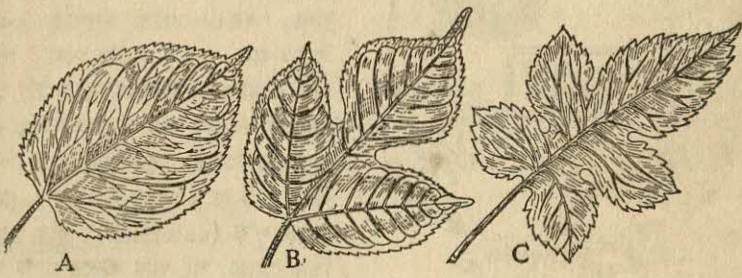
(C) **মুগা রেশম মথ** (Muga Silk worm) : **অ্যানথেরিয়া আসামেনসিস** (*Antheraea assamensis*)—এরা তেজপাতা ও কর্পূরজাতীয় গাছে জন্মায়। এদের গুটি থেকে **মুগা** সুতো উৎপন্ন হয়।

* অপরিমার্জিত রেশমসুতো উৎপাদনে **ভারতে মহীশূর** (কর্ণাটক)-এর স্থান প্রথম, পশ্চিমবঙ্গের স্থান দ্বিতীয় এবং অন্ধ্রের স্থান সর্ব নিম্নে।

(D) **এরি রেশম মথ** (Eri silkmoth) : **আট্টাকস রাসিনি** (*Attacus racini*)—এরা রেড়ি গাছে জন্মায়। এদের গুটি থেকে কর্কশ কিন্তু মজবুত এরি সুতো উৎপন্ন হয়।

12.5. মালবেরী (তুঁত) রেশম মথের কয়েকটি প্রজাতি [A few species of Mulberry silkworm]

(i) বম্বিক্স মোরি (*Bombyx mori*), (ii) বম্বিক্স নিস্ট্রি (*B. nistri*), (iii) বম্বিক্স



চিত্র : 12.2. মালবেরী (তুঁত) পাতার বিভিন্ন আকৃতি (A—C)

সাইনেনসিস (*B. sinensis*), (iv) বম্বিক্স মেরিডিওনালিস (*B. meridionalis*), (v) বম্বিক্স টেক্সটর (*B. textor*), (vi) বম্বিক্স ফরটুনেটক্স (*B. fortunatux*) ইত্যাদি।

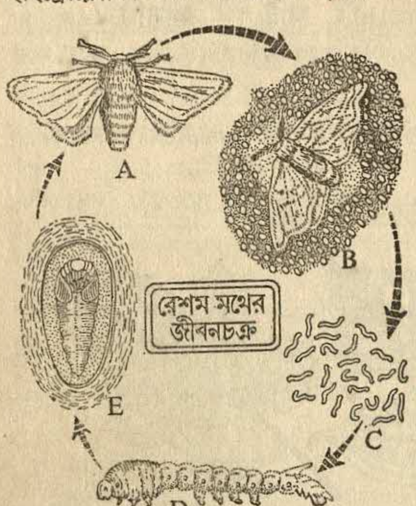
12.6. মালবেরী (তুঁত) রেশম মথের জীবন-চক্র [Life-cycle of Mulberry Silkmoth]

ডিম, লার্ভা, পিউপা এবং পূর্ণাঙ্গ—এই চারটি দশার মাধ্যমে রেশম মথের জীবন-চক্র সম্পূর্ণ হয়।

(i) **পূর্ণাঙ্গ মথ** (Adult moth) : পূর্ণাঙ্গ মথের দেহ **মাথা, বুক ও পেটে** বিভক্ত। এদের মাথায় থাকে এক জোড়া পুঞ্জাক্ষি ও পালকের মতো এক জোড়া শুঁড়। স্ত্রী মথের দেহ পুং মথের চেয়ে আকারে বড় ও অনুজ্জ্বল ; কিন্তু তাদের শুঁড় পুং মথের শুঁড়ের চেয়ে ছোট। পূর্ণাঙ্গ একটি মথের দৈর্ঘ্য 25 মিলিমিটার। মথের বুকের সঙ্গে সংলগ্ন থাকে একজোড়া ডানা ও তিনজোড়া পা। স্ত্রী মথের উদর তুলনামূলকভাবে বড়। গুটি কেটে বেরুবার পর মে-জুন মাসে এদের জনন শুরু হয় এবং স্ত্রী মথ ডিম পাড়তে শুরু করে।

(ii) **ডিম** (Egg) : পূর্ণাঙ্গ স্ত্রীমথ তুঁতগাছের পাতায় বা পরীক্ষাগারে ব্লটিং কাগজের উপরে একসঙ্গে প্রায় 1000টি ডিম পাড়ে। সব কটি ডিম পাড়তে প্রায় একদিন সময় লেগে যায়। পোস্ত দানার মতো দেখতে ছোট ছোট ডিমগুলির রং হলদেটে। স্ত্রীমথের দেহনিঃসৃত আঠালো পদার্থ দ্বারা ডিমগুলি পাতায় আটকে থাকে। ডিমগুলি কাইটিন নির্মিত কঠিন প্রাকারে আবদ্ধ থাকে। একই বৎসরে বহুবার ডিম পাড়তে সক্ষম অর্থাৎ **বহুচক্রী** (Multivolutine) মথের ডিম 7—12 দিনের মধ্যে ফুটে লার্ভা বা শূককীট তৈরী করে। বৎসরে একবার ডিম পাড়তে সক্ষম **একচক্রী** (Univolutine) অথবা বৎসরে দুবার ডিম পাড়তে সক্ষম বা **দ্বিচক্রী** (Bivolutine) মথের ডিম লার্ভায় রূপান্তর হতে যথাক্রমে 8 ও 6 মাস সময় লেগে যায়। একচক্রী ও দ্বিচক্রী মথের ডিমকে সংরক্ষণ করা বা

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রয়োগে কৃত্রিম উপায়ে ফোটানো সম্ভব। কালিম্পং, দার্জিলিং-এ একচক্রী রেশম মথের চাষ করা হয়। একচক্রী রেশম মথের রেশম সর্বোৎকৃষ্ট। মুর্শিদাবাদ, মালদহ, বাঁকুড়া প্রভৃতি অঞ্চলে বহুচক্রী রেশম মথের চাষ হয়।



চিত্র : 12.3 মালবেরী রেশম মথের জীবনচক্র
A—পূর্ণাঙ্গদশা ; B—ডিমের মধ্যে স্ত্রী মথ ; C—লার্ভার প্রথম দশা ; D—লার্ভা ; E—পিউপা

(iii) **লার্ভা** (Larva) : লার্ভাকে ক্যাটারপিলার (caterpiller) শূককীট বলা হয়। চলতি কথায় একে পলুও বলে। পলু অত্যন্ত চঞ্চল। পলুর লম্বা ও মসৃণ 3 মিলিমিটারের মতো দেহ অন্যান্য পতঙ্গের লার্ভার মতো মাথা, বুক ও উদরে বিভক্ত। বুক 3টি খণ্ডে এবং উদর 10টি খণ্ডে বিভক্ত। মাথায় থাকে জোড়া শুঁড় (antenna)। বুকে থাকে তিন জোড়া পা, আর উদরে থাকে পাঁচ জোড়া মাংসল **উপপদ** (false foot)। শেষ উদরখণ্ডের উপপদটির নাম **ক্ল্যাসপার** (Clasper)। পাগুলির শেষে নখ ও উপপদগুলির শেষে গোল ক্ষুদ্রাকার হুক থাকে। বুকের দ্বিতীয় ও তৃতীয় খণ্ডে এবং উদরের প্রথম আটখণ্ডের প্রত্যেকটিতে এক-জোড়া করে শ্বাসছিদ্র থাকে।



চিত্র : 12.4 মালবেরী রেশম মথের একটি লার্ভার গঠন

পূর্ণাঙ্গ মথ কদাচিৎ আহার করে কিন্তু লার্ভা স্বভাবে খুব পেটুক। শুনতে অবাক লাগলেও একটি লার্ভা পরিণত হবার ফাঁকে নিজের ওজনের প্রায় 30 হাজার গুণ তুঁত পাতা খেয়ে ফেলে এবং দ্রুত বাড়তে থাকে। লার্ভা মোট চারবার খোলস ত্যাগ করে। প্রথম খোলস ত্যাগের আগে লার্ভা সর্বাধিক পরিমাণে পাতা খায় এবং প্রথম চব্বিশ ঘণ্টায় এর ওজন সদ্য নির্গত লার্ভার ওজনের তুলনায় তিনগুণ বেড়ে যায়। বয়স বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে দেহের রঙেরও পরিবর্তন ঘটতে থাকে। চতুর্থবার খোলস ত্যাগের আগে লার্ভার গায়ের রং ধূসর ও মাথার রং বাদামী হয়। শেষবার খোলস ত্যাগের সঙ্গে সঙ্গে রং হয়ে যায় প্রায় সাদা। এইসময় শান্ত ও সংযত লার্ভা খাওয়া বন্ধ করে। তারপর নিজদেহের রেশম গ্রন্থি (Silk gland) থেকে রসক্ষরণ করে নিজের চারদিকে **গুটি** বা **ককুন*** (Cocoon) বুনতে শুরু

* ককুনের রং ও আকৃতির বৈচিত্র্য উল্লেখযোগ্য। পুং মথের ককুন হাল্কা রংয়ের হয় এবং এ থেকে বেশী সুতো পাওয়া যায়। তাই সাধারণত পুং মথের ককুন নির্বাচন করা হয়। এক পাউণ্ড রেশম পেতে প্রায় 25,000 ককুন দরকার হয়।

করে। ঐ রস প্রথম অবস্থায় তরল থাকলেও বাতাসের সংস্পর্শে আসামাত্র তা কঠিন রেশম সূতোয়* পরিণত হয়। গুটি বোনার কাজ তিন চার দিন ধরে চলে এবং সেই গুটির মধ্যে আবদ্ধ হয়ে লার্ভা ক্রমশঃ **মূককীট** বা **পিউপায়** (Pupa) রূপান্তরিত হয়।

(iv) **পিউপা** (Pupa) : গুটিতে আবদ্ধ পিউপার খাবার সুযোগ থাকে না। নিস্ক্রিয় হয়ে থাকলেও এইসময় পিউপার দেহে 10-12 দিন ধরে দ্রুত রূপান্তর ঘটতে থাকে।

ইমাগো (Imago) : রূপান্তরিত ও পূর্ণাঙ্গ মথ গুটি কেটে বেড়িয়ে যায়। এই কাজটি করতে পুংমথ স্ত্রীমথ অপেক্ষা বেশী তৎপর। পূর্ণাঙ্গ মথ বা ইমাগোর দেহ রোমশ।

জীবন-চক্র নিয়ন্ত্রণকারী সর্তাদি (Factors influencing the life-cycle) : আলো, উষ্ণতা ও বায়ুর আর্দ্রতার উপর রেশম মথের জীবন-চক্র বহুলাংশে নির্ভরশীল। এইসব সর্তের উপর রেশম মথের বৃদ্ধিই কেবল নির্ভর করে না, রেশমের উৎকর্ষও পুরোপুরি নির্ভর করে। বহুচক্রী রেশম মথের চেয়ে একচক্রী রেশম মথ উষ্ণতার তারতম্যে বেশী প্রভাবিত হয়।

12.7. রেশম উৎপাদন পদ্ধতি [Process of manufacture of Silk]

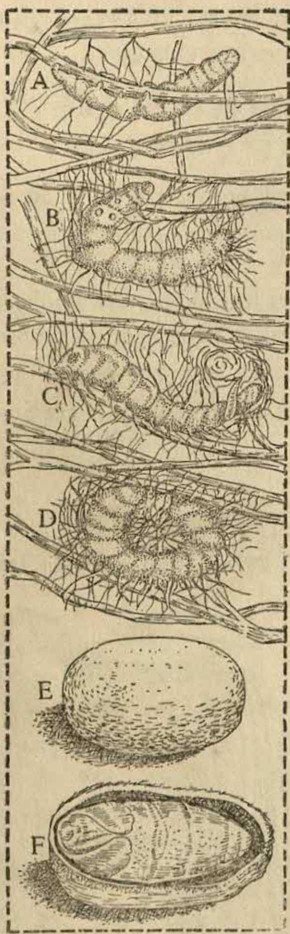
ডিম পাড়ার সপ্তাহ খানেকের মধ্যে ডিম থেকে লার্ভা জন্মায়। লার্ভা গুটি বা ককুন তৈরী করে। এগুলি প্রায় 3 সেঃ মিঃ লম্বা হয়। এই গুটির মধ্যেই লার্ভা পিউপায় রূপান্তরিত হয়। লার্ভায় এক জোড়া **রেশম গ্রন্থি** থাকে। রেশম-গ্রন্থি প্রকৃতপক্ষে একপ্রকার লালাগ্রন্থি। রেশমগ্রন্থির মধ্যভাগ ও পশ্চাৎভাগ থেকে যথাক্রমে রঙীন **সেরিসিন** (Sericine) ও সাদা **ফাইব্রোইন** (Fibroin) নামে প্রোটিন জাতীয় পদার্থ নিঃসৃত হয় এবং রেশমনালীর মাধ্যমে মুখ দিয়ে বেরিয়ে আসে। বাইরে আসার সঙ্গে সঙ্গে ঐ রস শক্ত হয়ে যায়। পিউপায় রূপান্তরিত হবার সময় লার্ভা ক্রমাগত লালা নিঃসরণ করে একটানা অবিচ্ছিন্ন সূতো তৈরী করার সময় নিজে দ্রুত পাক



চিত্র : 12.5 লার্ভার দেহে রেশম গ্রন্থির অবস্থান (ডানদিকে) এবং বিবর্ধিত রেশম গ্রন্থির বিভিন্ন অংশ (বামদিকে)

* 15 সেন্টিমিটার রেশম সূতো তৈরী করতে লার্ভার মাত্র 1 মিনিট সময় লাগে। সমগ্র গুটিটি তৈরী করতে তাকে 60,000 থেকে 300,000 বার মাথা নাড়তে হয়। একটি ককুন বা গুটি থেকে একটানা 400—1500 মিটার রেশম সূতো পাওয়া যায়।

খেতে থাকে। ফলে দেহের চারদিকে সূতোর আবরণ সৃষ্টি হয়। এই আবরণকেই **গুটি** বা **ককুন** বলে। গুটির মধ্যে পিউপা পূর্ণাঙ্গ হওয়ামাত্র গুটি কেটে বেরিয়ে যেতে পারে। এতে অবিচ্ছিন্ন একটানা সূতোয় ছেদ পড়তে পারে এবং রেশম সূতোর গুণমানও নষ্ট হবার সম্ভাবনা থাকে। তাই গুটি তৈরী হলে পিউপা পূর্ণাঙ্গ মথে রূপান্তরিত হবার আগেই দশদিনের মাথায় গরম জলে তাকে ফুটিয়ে নিয়ে হয় বা গরম বাষ্প (fumigated vapour) প্রয়োগ করতে হয়। ফলে অপরিণত মথের মৃত্যু ঘটে। এরপর গুটির গা থেকে পাক খুলে খুলে রেশম সূতো সংগৃহীত হয়। সূতো খোলার কাজটি অত্যন্ত নিপুণতা ও সতর্কতার সঙ্গে করতে হয়। রেশম চাষ কেন্দ্রে এই কাজটির জন্যই অনেক কুশলী অভিজ্ঞ কর্মী থাকেন। এঁরা রেশম সূতোকে বিভিন্ন উপায়ে বয়নের উপযোগী করে তোলেন। তাঁতিরা এই সূতো বুনে নানারকমের রেশম বস্ত্র তৈরী করেন। বিদেশে ভারতের রেশমবস্ত্রের প্রচুর চাহিদা। চাহিদা অনুপাতে যোগানের বন্দোবস্ত না থাকলেও এই একটি মাত্র শিল্পের মাধ্যমেই প্রচুর পরিমাণে বৈদেশিক মুদ্রা অর্জন করা সম্ভব হয়।



চিত্র : 12.6 রেশম মথের ককুন গঠনের পর্যায়-ক্রমিক চিত্ররূপ (A. D) ; E—পরিণত ককুন ; F—দ্বিখণ্ডিত ককুনের মধ্যে পিউপা

12 8. রেশমমথ প্রতিপালন [Rearing of Silk moth]

রেশম মথ নিম্নলিখিত তিনটি পর্যায়ে প্রতিপালিত হয় :

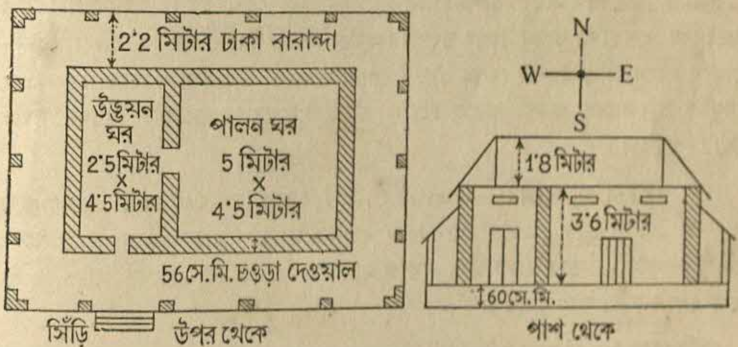
প্রথম পর্যায় (First phase) : এই পর্যায়ে রেশম মথ প্রজনন কেন্দ্রগুলিতে সুশিক্ষিত কর্মীরা রেশম মথের জনন করান। পরে স্ত্রী মথগুলিকে বিশেষ একপ্রকার ব্লটিং কাগজে রেখে **সেলিউল** (Cellule) নামে কাচের ঢাকনায় ঢেকে দেওয়া হয়। আবদ্ধ স্ত্রী মথকে সেখানে ডিম পাড়তে বাধ্য করা হয়।

দ্বিতীয় পর্যায় (Second Phase) : এই পর্যায়ে উপযুক্তভাবে লালিত ডিমগুলি থেকে পর্যায়ক্রমে গুটি উৎপন্ন হয়। গুটিগুলিকে পরে **বীজকেন্দ্রে** স্থানান্তরিত করা হয়। সেখানে গুটি কেটে বেরোন পূর্ণাঙ্গ রেশম মথগুলিকে প্রজনন করতে দেওয়া হয়। স্ত্রী মথের সুস্থতার দিকে বিশেষ নজর রাখতে হয়। কারণ ঐ সময় স্ত্রী মথ **পেব্রাইন** নামে এক প্রকার মারাত্মক রোগে আক্রান্ত হয়। প্রয়োজন মতো সুস্থ স্ত্রী মথের ডিম চাষীদের সরবরাহ করা হয়।

তৃতীয় পর্যায় (Third Phase) : চাষীরা রেশম মথের ডিমগুলিকে যত্ন সহকারে **পালন ঘরে** (Rearing room) প্রতিপালন করেন (চিত্র : 12·7)।

ডিম থেকে লার্ভা জন্মালে সেগুলিকে তাঁরা বাঁশের সরু পাত নির্মিত পালন-ট্রে বা ডালায় রেখে তুঁত পাতা কুঁচিয়ে দিনে চারবার খেতে দেন। মাঝে মাঝে ডালাটি পরিষ্কার করে নিতে হয়। ইতিমধ্যে পাতা খেয়ে লার্ভা বড় হয় এবং চারবার খোলস ত্যাগ ক'রে খাওয়া বন্ধ করে। তারপর তারা রেশম গ্রন্থি থেকে লালা নিঃসরণ দ্বারা দেহের চারদিকে গুটি তৈরী করতে থাকে। গুটি পরিণত হলে সেগুলিকে একত্রে গরমজলে সিদ্ধ করা হয়। গরম জলে গুটির ভিতরে পিউপার মৃত্যু ঘটে, পরে গুটি থেকে যথারীতি রেশম সূতো সংগৃহীত হয়।

পালন ঘর : পালন ঘরটি বিশেষভাবে তৈরী করা হয়। প্রধান ঘরটি 5 মিটার × 4·5 মিটার। এর দেওয়ালগুলি 56 সেন্টিমিটার পুরু এবং 3·6 মিটার উঁচু। এর চারদিকে 2·2 মিটার চওড়া ঢাকা বারান্দা



চিত্র : 12.7 পালন ঘরের নক্সা

রাখা হয়। বারান্দায় অনেকগুলি জানালা থাকায় পর্যাপ্ত পরিমাণে আলো ও বিশুদ্ধ বাতাস পালন ঘরে ঢুকতে পারে। জানালা ও দরজাগুলিতে ঘন জাল দিয়ে এমনভাবে ঢেকে দেওয়া হয় যাতে মাছি ও অন্যান্য কীটপতঙ্গ সেখানে প্রবেশ করতে না পারে। ঘরে রোগ জীবাণু প্রতিরোধের জন্য ঘরের মেঝে দিনে দু'তিনবার লঘু ফরমালিন দ্রবণ দিয়ে ধোবার ব্যবস্থা রাখতে হয়।

12.8. রেশম উৎপাদন বৃদ্ধির উপায় [Methods to boost up silk production]

রেশম উৎপাদন বৃদ্ধির উপায় গুলির মধ্যে নিম্নলিখিত পন্থাসমূহ বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

1. **দ্বিচক্রী রেশমমথ পালন** : রেশম মথ একবৎসরে জীবনচক্র শেষ করলে তাকে একচক্রী, দুবার জীবনচক্র শেষ করলে দ্বিচক্রী ও একই বছরে বহুবার জীবন-চক্র শেষ করলে

তাকে বহুচক্রী বলে। বহুচক্রী রেশম মথের সুতোর স্থিতিস্থাপকতা কম, সুতোও হয় সরু। দ্বিচক্রী রেশমমথের ক্ষেত্রে এধরনের অসুবিধা নেই। তাই ভারতে দ্বিচক্রী রেশম মথের প্রতিপালনের উপর বিশেষ গুরুত্ব আরোপ করা হয়ে থাকে। বছরে দু'বার ভাল জাতের রেশম পাওয়ার গুরুত্ব কম নয়।

2. **সংকর রেশম মথের চাষ** : রেশম কীটের একাধিক রোগ হয়। রোগ প্রতিরোধক্ষম রেশম মথের সঙ্গে ভাল জাতের সুতো উৎপাদনকারী রেশম মথের সংকরায়ন (hybridization) ঘটালে ভাল জাতের রেশম মথ সৃষ্টি হয়। এরা রেশম উৎপাদন বৃদ্ধির সহায়ক।

3. **তুঁত বা মালবেরী গাছের চাষ** : মালবেরী রেশম কীট ভাল জাতের সুতো সৃষ্টির সহায়ক। এই রেশমকীট তুঁত পাতা অত্যন্ত পছন্দ করে এবং দ্রুত বৃদ্ধি পায়। সেজন্য তুঁত গাছের চাষ বাড়িয়ে মালবেরী রেশম মথের বৃদ্ধির অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে রেশম উৎপাদন ক্ষমতা বৃদ্ধি করা সম্ভবপর।

12.9. রেশম কীটের রোগ ও তার প্রতিকার [Diseases of Silkworm and their prevention]

অন্যান্য জীবের মতো রেশমকীটেরও নানারকম রোগ হয়। সময়মতো রোগ প্রতিরোধের ব্যবস্থা না করলে রেশম উৎপাদন ক্ষমতা অত্যন্ত ব্যাহত হয়। সেজন্য রেশম-কীটের পালককে অতি অবশ্যই রেশম কীটের রোগ সম্পর্কে ওয়াকিবহাল হতে হবে এবং রোগগুলি প্রতিকারের ব্যবস্থা করতে হবে। নীচে উল্লেখযোগ্য কয়েকটি রোগের সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া হল।

(1) **রসা** বা **গ্রাসারি** (Grassarie) : এটি অত্যন্ত মারাত্মক রোগ। রোগাক্রান্ত রেশমকীট খোলস ত্যাগ করতে পারে না। দেহত্বক ক্রমশঃ পাতলা হয়ে গিয়ে ত্বকের নীচে পুঁজ জমে। **ভাইরাসঘটিত রোগ** মনে করা হলেও এই রোগের সঠিক কারণ সম্বন্ধে এখনও জানা সম্ভব হয়নি।

প্রতিকার : পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা রক্ষা করা ও আক্রান্তকীটকে সরিয়ে ফেলাই একমাত্র প্রতিকার।

(2) **চুনাকাঠি** বা **মুস্কারডাইন** (Muscardine) : এই রোগে আক্রান্ত কীটের গায়ে কালো দাগ পড়ে। মুখ ও পায়ু থেকে এক ধরনের তরল রস নিঃসৃত হয়। এই মারাত্মক রোগে আক্রান্ত কীট পাতা খাওয়া বন্ধ করে এবং একসময় ফুলে শক্ত হয়ে ওঠে এবং মরে যায়। এটি **আইজেরিয়া ফেরিনোসা** (*Isaria ferinosa*) নামে একপ্রকার **ছত্রাক** ঘটিত রোগ।

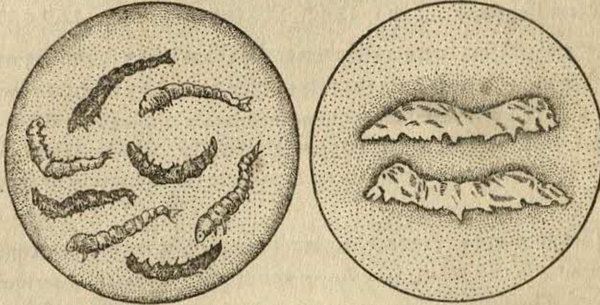
প্রতিকার : রোগ প্রতিরোধক্ষম রেশম মথ ব্যবহার করাই একমাত্র পন্থা।

(3) **পেব্রাইন** (Pebrine) : এটিও একটি মারাত্মক রোগ। এর প্রকোপে লার্ভার দেহ সরু ও লম্বা হয়ে যায় এবং তার সঙ্গে গায়ে কালো দাগ পড়ে। তাছাড়া রেশম

উৎপাদনের হার উল্লেখযোগ্যভাবে কমে যায়। প্রথমে মুখগহ্বর আক্রান্ত হয়, পরে সর্বাঙ্গে এই রোগ ছড়িয়ে পড়ে। এটি **নোসিমা বম্বাইসিস** (Nosema bombysis) নামে **এককোষী পরজীবী ঘটিত রোগ**। প্রাণী বা ডিমের সাহায্যে এরা রোগ ছড়ায়।

প্রতিকার ঃ ডিমগুলিকে 47°C উষ্ণ জলে গরম করে নিতে হয়।

(4) **কালশিরা** বা **ফ্ল্যাচেরি** (Flacherie) ঃ এই পোকার আক্রমণ ঘটলে কীটের দেহত্বক গরম হয়ে যায় এবং দেহ পচে যায়। এই মারাত্মক রোগের প্রাথমিক লক্ষণ হল



A B

চিত্র : 12.8 রেশম মথের লার্ভার রোগ ; A—কালশিরা ; B—চুনাকাঠি

খাওয়া বন্ধ করা। সঠিক কারণ জানা না গেলেও অনেকের মতে এটি একটি **ব্যাকটিরিয়া ঘটিত রোগ**। ব্যাকটিরিয়া প্রথমে কীটের পাচনতন্ত্র আক্রমণ করে এবং পরে সেই রোগ সর্বাঙ্গে ছড়িয়ে পড়ে।

প্রতিকার ঃ সুস্থ ও উন্নত মানের ডিম ব্যবহার এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা প্রতিকারের প্রধান উপায়।

12.10. পশ্চিমবাংলায় রেশম চাষ [Sericulture in West Bengal]

রেশম চাষ অত্যন্ত লাভজনক। চাষীদের এ ব্যাপারে উৎসাহিত করার জন্য পশ্চিমবঙ্গ সরকার দেশের বিভিন্ন জায়গায় ভাল জাতের রেশম মথের ডিম সরবরাহের ব্যবস্থা করেছেন, **কালিম্পং ও বহরমপুরের** সরকারী রেশম চাষ কেন্দ্রগুলিতে রেশমকীটের সুপ্রজন সংক্রান্ত (genetical) উৎকর্ষ সাধনের জন্য গবেষণার ব্যবস্থা করা হয়েছে। শুধু তন্তুর উৎকর্ষ সাধনই নয় ছত্রাক, ব্যাকটিরিয়া ও ভাইরাসঘটিত রোগ প্রতিরোধের উপায় উদ্ভাবনও এই গবেষণা কেন্দ্রগুলির অন্যতম উদ্দেশ্য। পশ্চিমবঙ্গে মোট উৎপাদনের দুই-তৃতীয়াংশ মুর্শিদাবাদ থেকে এলেও ইদানিং মালদহ, বিষ্ণুপুর ও বীরভূম জেলাতেও কুটির শিল্প হিসাবে বেশ ব্যাপকভাবে রেশমমথের চাষ করা হচ্ছে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long answer/Essay type questions]

1. পশ্চিমবঙ্গের যেসব বিভিন্ন প্রকার রেশম পাওয়া যায় তাদের নাম কর এবং প্রত্যেক প্রকার রেশমের সঙ্গে যুক্ত রেশম মথের নাম কর। রেশম প্রোটিনের এবং রেশম ক্ষরণের সঙ্গে যুক্ত অঙ্গের নাম কর এবং রেশম মথের সাধারণ রোগগুলির উল্লেখ কর। সংক্ষেপে রেশম চাষ পদ্ধতি ও পশ্চিমবঙ্গে রেশম উৎপাদন কেন্দ্রগুলি সম্বন্ধে বিবরণ দাও। [Name the different types of silk available in West Bengal with name of silk moth for respective type of silk. Name the silk protein and organ connected with silk secretion and mention the common diseases of silk moth. State briefly the sericultural practices and name the silk production centres of West Bengal.] উ: । 12.4 ; 12.7 (প্রথমাংশ) ; 12.8 ; 12.9 ও 12.10 দেখ]

2. অর্থনৈতিক প্রাণীবিদ্যা সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? রেশম কি? রেশম চাষ সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত ঐতিহাসিক বিবরণ দাও। ভারতের কোন্ কোন্ প্রদেশে রেশম চাষ চাষীদের অর্থনৈতিক প্রতিষ্ঠা আনতে সাহায্য করেছে? [What is your idea about economic zoology? What is silk? Give a brief historical account of sericulture. In which states of India sericulture/has helped in bringing about economic rehabilitation of farmers?]
[উ: । 12.1 ; 12.3 ; 12.2 দেখ]

3. রেশম চাষ কাকে বলে? রেশম চাষ ও রেশম উৎপাদন পদ্ধতি সম্বন্ধে যা জান লেখ। [What is sericulture? Write what you know about the processes of sericulture and production of silk.] [উ: । 12.2 ; 12.7 দেখ]

4. পশ্চিমবঙ্গের কোথায় কোথায় রেশম চাষ হয় বল। রেশম উৎপাদন বৃদ্ধির উপায়গুলি কি কি? রেশম মথের সাধারণ রোগগুলির নাম কর এবং এদের প্রতিকারের উল্লেখ কর। [Name the places where sericulture is practiced in West Bengal. What are the methods for boosting up silk production? Name the common diseases of silk moth and mention their preventive measures.] [উ: । 12.10 ; 12.8 ও 12.9 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

5. প্রকৃত রেশম মথ বলতে কি বোঝ? এর বৈজ্ঞানিক নাম কি? তসর ও মুগা রেশম মথের কোন্ কোন্ গাছ পছন্দ? [What do you mean by true silkworm? What is its scientific name? Which are the plants preferred by Tussore snd Muga silkworms?] [উ: । 12.4(A), (B) ও (C) দেখ]

6. একটি পূর্ণাঙ্গ রেশম মথের বর্ণনা দাও। একটি স্ত্রী রেশম মথ একসঙ্গে কতগুলি ডিম পাড়ে? [Describe the structure of a mature silk worm. How many eggs are laid down by a female silk moth at a time?] [উ: । 12.6 (i) এবং (ii)-এর প্রথমাংশ দেখ]

7. রেশম মথ প্রতিপালন পদ্ধতিগুলি সম্বন্ধে আলোচনা কর। [Discuss the methods of rearing up of silk moth.] [উ: । 12.8 দেখ]

8. রেশম উৎপাদনবৃদ্ধি কি ভাবে সম্ভব? [How is the increased production of silk possible? [উ: । 12.8 দেখ]

9. রেশম মথের রোগগুলির নাম কর। এইসব রোগের প্রতিকার কি? [Name the diseases of silk moth. How are they prevented?] [উ: । 12.9 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

10 সিল্ক বা রেশম কি? তুঁতগাছে কোন্ ধরনের রেশমমথ বাস করে? [What is silk? Which of the silk worms live on Mulberry plants ?] [উঃ। 12.3 ; 12.4(A) দেখ]

11. রেশম চাষ কি? পশ্চিমবঙ্গের রেশম গবেষণা কেন্দ্রগুলির নাম কর। [What is sericulture ? Name the sericultural research stations of West Bengal.]

[উঃ। 12.2 ও 12.10 দেখ]

12 একচক্রী, দ্বিচক্রী ও বহুচক্রী মথ বলতে কি বোঝ? [What do you understand by univoltine, bivolutine and multivolutine moths ?] [উঃ। 12.6 দেখ]

13. বম্বিক্স মোরি কোন গাছের পাতা পছন্দ করে? এরি রেশম মথের নাম কি? এরা কোন গাছে বাস করে? [Which leaves are preferred by *Bombyx mori* ? What is the name of Eri silk moth ? In which plants do they live ?] [উঃ। 12.4(A) ও (D) দেখ]

14. মালবেরী রেশমমথের তিনটি প্রজাতির নাম কর। [Name three species of mulbary silk moth.] [উঃ। 12.5 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

15. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দগুলি নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর। (Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences.)

(1) রেশম উৎপন্ন হয় রেশম মথের (ডিম থেকে/লার্ভা থেকে/ককুন থেকে)।
(2) অপরিমার্জিত রেশম সুতো উৎপাদনে ভারতের স্থান (প্রথম/চতুর্থ/দ্বিতীয়)।
(3) প্রকৃত রেশম মথ বলতে বোঝায় (বম্বিক্স মোরিকে/আন্থেরেরিয়া মিলিট্টাকে)।
(4) প্রথম চব্বিশ ঘণ্টায় লার্ভার ওজন বেড়ে যায় (দুগুণ/পাঁচগুণ/তিনগুণ)।
(5) রেশম গ্রন্থি নিঃসৃত প্রোটিন হল (সেরিসিন ও ফাইব্রোইন/মুস্কারডাইন ও গ্রাসেরি)।

16. শূন্যস্থান পূর্ণ কর (Fill in the blanks) :

(1) আনুমানিক খ্রীষ্টপূর্ব 3,500 সনে — দেশে রেশম উৎপাদন পদ্ধতির গুরুত্ব অনুধাবন করেন।
(2) — আবরণী থেকে উৎপন্ন সুতোকে সিল্ক বলে।
(3) তসর রেশমমথ — ও — গাছে জন্মায়।
(4) পূর্ণাঙ্গ একটি মথের দৈর্ঘ্য প্রায় — মিলিমিটার।
(5) — মাসে রেশম মথের জনন সুরু হয়।
(6) গুটি বা ককুন বোনার কাজ — থেকে — দিন ধরে চলে।

17. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ [Write short notes on] :

(a) অর্থনৈতিক প্রাণিবিদ্যা (Economic zoology) ; (b) রেশম চাষ (Sericulture) ; (c) একচক্রী রেশম মথ (Univolutine silk moth) ; (d) ককুন (Cocoon) ; (e) পেব্রাইন (Pebrine) ; (f) রেশম গ্রন্থি (Silk gland) ; ফ্ল্যাচেরি (Flacherie) ।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

13 ॥ চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যা ॥

Syllabus : An outline knowledge of medical zoology with reference to Mosquito.

13.1. সূচনা [Introduction]

অর্থনৈতিক প্রাণিবিদ্যায় মানুষের উপকারে আসে এবং অর্থ উপার্জনে সাহায্য করে এমন সব প্রাণী সম্বন্ধেই বিশেষভাবে আলোচনার ব্যবস্থা থাকে। সভ্যতা বিকাশের শুরু থেকে মানুষ নিজের স্বাস্থ্য সম্বন্ধে যখন সচেতন হয়ে উঠল তখন থেকেই স্বাস্থ্যহানীর প্রকৃত কারণ খুঁজে বার করার প্রয়াস চলে আসছে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কৃত হবার সঙ্গে সঙ্গে মানুষ জানতে পারল খালি চোখে অদৃশ্য এমন অনেক ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র প্রাণী ও জীবাণু আছে যারা মানুষের দেহে নানা রকম রোগ সৃষ্টি করে। তাছাড়া রোগ ছড়াতেও অনেক প্রাণীর সক্রিয় ভূমিকা আছে। শুধু রোগ সৃষ্টি ও রোগ ছড়ানোর কথা উল্লেখ করলে এদের প্রতি অবিচার করা হয়। এমন অনেক প্রাণী আছে যারা নানাপ্রকার ঔষধ প্রস্তুত করতে সাহায্যে করে। এইসব প্রাণী যারা রোগ সৃষ্টি করে, রোগ ছড়ায় অথবা রোগের প্রতিকারের জন্য ঔষধ সৃষ্টি করতে সাহায্য করে চিকিৎসা বিজ্ঞানের দিক থেকে তারা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রাণী। **প্রাণিবিদ্যার যে শাখায় চিকিৎসা বিজ্ঞানের দিক থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রাণী সম্বন্ধে পঠন-পাঠন চলে তাকে চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যা** বা **মেডিক্যাল জুওলজি** (Medical Zoology) **বলে**।

পুষ্টিকর খাদ্য বা ভাইটামিনের অভাব অথবা বংশগত কারণে মানুষের নানারকম রোগ হলেও রোগজীবাণু* সংক্রমণজনিত রোগের সংখ্যাই সর্বাধিক। মানুষের দেহে যে বিপুল সংখ্যক রোগ-জীবাণুর অনুপ্রবেশ ঘটে রোগের চিকিৎসার আগে তাদের আকার, আয়তন, গঠন-প্রকৃতি ও জীবন-চক্র সম্বন্ধে পুরোপুরি জানতে গেলে মেডিক্যাল জুওলজির সাহায্য নিতে হয়। এইসব জ্ঞানের প্ররিপ্রেক্ষিতেই উপযুক্ত ঔষধ উৎপাদন ও রোগের প্রতিকার সম্ভবপর।

আগেই বলা হয়েছে কতকগুলি প্রাণী নিজেরাই রোগ সৃষ্টি করে। এই প্রসঙ্গে গোলকৃমি গোষ্ঠীর ছোট সাদা কৃমি বা **অ্যাসকারিস লুম্ব্রিকয়ডিস** (*Ascaris lumbricoides*), হুকওয়ার্ম বা **অ্যানকাইলোস্টোমা ডিওডিনালি** (*Ancylostoma duodenale*), **উচেরেরিয়া ব্যানক্রফটি** (*Wuchereria bancrofti*) বা গোদকৃমি অত্যন্ত উল্লেখ-যোগ্য। তাছাড়া নানারকম রোগ সৃষ্টি করিতে বিভিন্ন প্রকার প্রোটোজোয়া অত্যন্ত তৎপর। এদের মধ্যে আমাশয় (Dysentry) রোগ সৃষ্টিকারী **এণ্ট্যামিবা হিস্টোলাইটিকা**

* বৈজ্ঞানিক পরিভাষায় রোগ সৃষ্টিকারী জীবকে প্যাথোজেন (Pathogen গ্রীক : pathos=যন্ত্রণা + gens = সহন) বলা হয়। ভাইরাস থেকে আরম্ভ করে ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক, এককোষী প্রোটোজোয়া, কৃমি প্রভৃতি রোগ সৃষ্টিকারী জীব মাত্রেই প্যাথোজেন।

(*Entamoeba histolytica*) মানুষকে প্রায়ই বেগ দেয়। পৌষ্টিকনালীর কোলনে এরা পরজীবী হিসাবে বাস করে। সেখান থেকে রক্তের মাধ্যমে যকৃৎ, প্লীহা, ফুসফুস, মস্তিষ্ক প্রভৃতি গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গকে আক্রমণ করে। **লিসমানিয়া ডোনোভানি** (*Lismania donovani*) কালাজ্বর সৃষ্টি করে। এরা লোহিত রক্তকণিকা, অস্থি-মজ্জা, লিম্ফগ্রন্থি, যকৃৎ, প্লীহা প্রভৃতিতে বাসা বাঁধে। যাইহোক সচরাচর যে রোগটির আক্রমণ বেশী ঘটে সেটি হল পেটের অসুখ। **জিয়ার্ডিয়া ইনটেসটাইনালিস** (*Giardia intestinalis*) নামে এককোষী প্রাণীটি এই রোগের কারণ। এছাড়া সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ এককোষী প্রাণীটি হল **প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্স** (*Plasmodium vivax*)। এটি হল ম্যালেরিয়ার রোগ জীবাণু। আমাদের দেশে ম্যালেরিয়ার প্রকোপ ইদানিং আবার বেড়ে গেছে। মশা এই রোগের বাহক। মশাবাহিত অন্যান্য রোগগুলির মধ্যে **ডেঙ্গুজ্বর, পীতজ্বর ও এনকেফালাইটিস** অন্যতম। তাই আমাদের কাছে মশার গুরুত্ব সর্বাধিক।

মশার মতো অনেক প্রাণী রোগজীবাণু বহন ক'রে সুস্থ জীবদেহকে সংক্রামিত হতে সাহায্য করে। রোগ সংক্রমণে পরোক্ষভাবে সাহায্যকারী এইসব প্রাণীকে **বাহক** বা **ভেক্টর** (Vector) বলে। অমেরুদণ্ডী প্রাণিদের মধ্যে **মশা** ও **মাছি** উল্লেখযোগ্য বাহক। সাধারণ **বাড়ীর মাছি** House fly or *Musca domestica*) যক্ষা, কলেরা প্রভৃতি মারাত্মক রোগের বাহক। **স্যাণ্ড মাছি** (*Phlebotomus minutus*) কালাজ্বরের জীবাণু বাহক। **সিসি মাছি** (Tsetse fly বা *Glossina*) আফ্রিকায় **ঘুমোনো রোগ** (Sleeping Sickness)-এর প্যাথোজেন—এককোষী প্রাণী **ট্রাইপানোসোমা গ্যামবিয়েন্স** (*Tripanosoma gambiense*)-র বাহক। এছাড়া মশা হল ম্যালেরিয়া, গোদ, পীতজ্বর, ডেঙ্গুজ্বর, এনকেফালাইটিস প্রভৃতি রোগের জীবাণু বাহক।

13.2. চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিত্তায় মশার গুরুত্ব [Importance of Mosquito in Medical Zoology]

চিকিৎসাবিজ্ঞানে মশার গুরুত্ব অন্যান্য সন্ধিপদী ভেক্টর বা বাহকদের থেকে অনেক বেশী। এরা পৃথিবীর সর্বত্র, বিশেষ করে তদানীন্তন অখণ্ড ভারতবর্ষে এনে দিয়েছিলো মৃত্যুর বিভীষিকা। শুধু গ্রামই নয়, কতশত শহরের লোকও যে মশার দৌড়াত্বের শিকার হয়েছে তার সঠিক কোন হিসেব নেই। **পীতজ্বর** (Yellow fever), **গোদ** (Filaria), **ডার্মাটোবিয়া** (Dermatobia) **ডেঙ্গুজ্বর** (Dengue fever), **এনকেফালাইটিস** (Encephalitis) ও **ম্যালেরিয়া** (Malaria) প্রভৃতি মশক বাহিত রোগের মধ্যে যে রোগটির প্রকোপ এক সময় ভয়াবহভাবে সারা দেশে, বিশেষ করে গ্রামবাংলাকে গ্রাস করেছিল সেটি হল ম্যালেরিয়া। দীর্ঘকাল যাবৎ এই রোগটির চিকিৎসা প্রায় অসম্ভবের পর্যায়ে ছিল। কেননা চিকিৎসা-বিজ্ঞানীরা ম্যালেরিয়ার জীবাণুর হদিস পেলেন সবে 1878 খ্রীষ্টাব্দে **লাভেরান** (Laveran) নামে ফরাসী চিকিৎসাবিজ্ঞানীর দৌলতে। এই আবিষ্কারের ফলে **প্লাসমোডিয়ম** (*Plasmodium*) নামে একপ্রকার প্রোটোজোয়া ম্যালেরিয়ার জন্য দায়ী জানা গেলেও কিভাবে এই রোগজীবাণু মানুষের দেহে সংক্রামিত হয় তার সঠিক তথ্য তখনও মেলেনি।

ইতিমধ্যে অনেক বছর কেটে গেছে—মানুষ নিয়মিত মৃত্যুর কোলে ঢলে পড়েছে। চিকিৎসা বিজ্ঞানীরা নানারকম পরীক্ষা-নিরীক্ষা চালিয়ে খুঁজে বার করতে চেষ্টা করেছেন এই মারাত্মক রোগের বাহককে। কিন্তু বাহকের সন্ধান তখনই মেলেনি—মিলেছে 20 বছর পর **রোনাল্ড রস** (Ronald Ross) নামে বিজ্ঞানীর নিরলস সাধনার পুরস্কার রূপে। রোগ জীবাণু নিয়ে ভারতে* ক্রমাগত গবেষণা পরিচালনা করার সময় **1898 খ্রীষ্টাব্দে রোনাল্ড রস প্লাসমোডিয়মের সঙ্গে অ্যানোফিলিস স্টিফেন্সি** (*Anopheles stephensi*) **মশার ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধ আবিষ্কার করেন**। তখনই জানা গেল, স্ত্রী অ্যানোফিলিস মশা রক্ত শোষণের সময় মানুষের রক্তে ম্যালেরিয়া রোগ সৃষ্টিকারী প্লাসমোডিয়ম জীবাণু মিশিয়ে দেয়। এ'কথাও ক্রমশঃ স্পষ্ট হল, **অ্যানোফিলিস জাতীয় মশকীর দেহে প্রবেশ করতে না পারলে ম্যালেরিয়ার জীবাণু জীবন-চক্র সম্পূর্ণ করতে পারে না**। এই যুগান্তকারী আবিষ্কার রোনাল্ড রসকে 1902 খ্রীষ্টাব্দে এনে দিল নোবেল পুরস্কার।

সত্যি কথা বলতে কি, একা চিকিৎসা বিজ্ঞানী রস-এর পক্ষে এ-ব্যাপারে পরিপূর্ণ তথ্য সংগ্রহ করা আদৌ সম্ভব্য হত না—যদি তিনি প্রাণিতত্ত্ববিদদের সাহায্য না নিতেন। মশার দেহে কিভাবে প্লাসমোডিয়ম জীবাণুর পরিবর্তন ঘটে এবং কোন্ পর্যায়ে রোগ জীবাণুটি মানুষের দেহে সংক্রামিত হয়—এসব তথ্য সরবরাহ করেছিলেন প্রাণিতত্ত্ববিদগণ। সুতরাং নির্দিধায় বলা যায়, **চিকিৎসাবিজ্ঞান ও প্রাণিবিদ্যার যুগ্ম প্রচেষ্টায় আবিষ্কৃত হল ম্যালেরিয়ার জীবাণু ও তার সংক্রমণ পদ্ধতি**। এভাবেই একদিন চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যায় মশার গুরুত্ব প্রতিষ্ঠিত হল।

13.3. মশার জীবন-চক্র [Life-cycle of Mosquito]

মশার জীবন-চক্র অন্যান্য পতঙ্গের মতো নিম্নলিখিত চারটি দশায় সম্পূর্ণ হয় (চিত্র ঃ 13 1)।

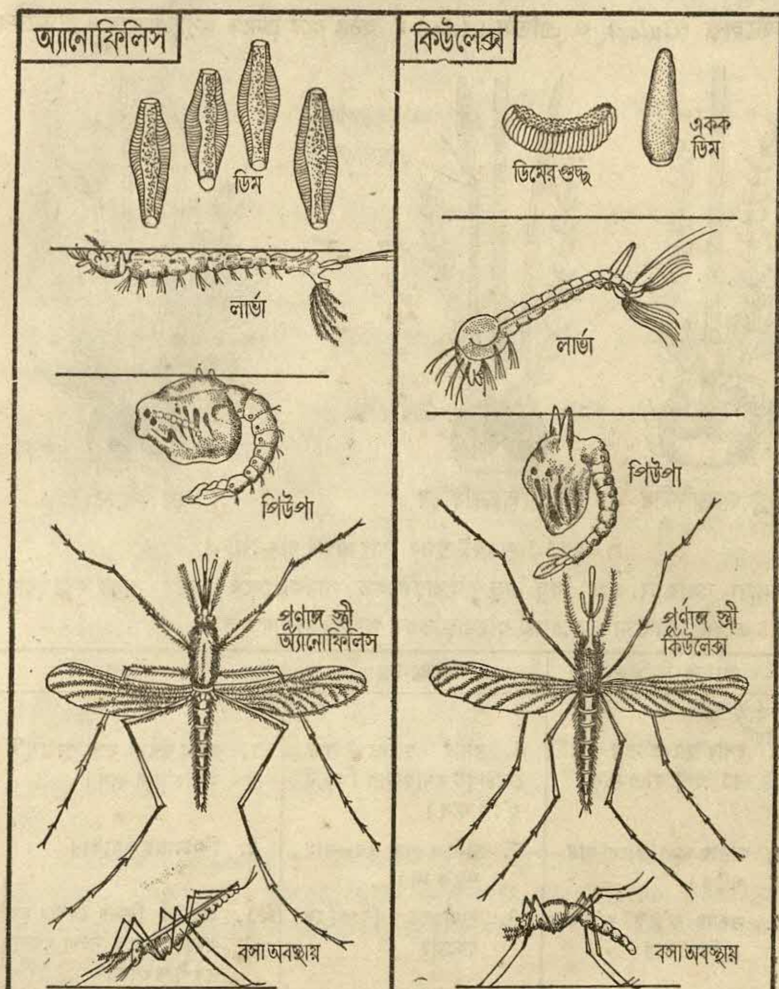
ডিম (Egg) ঃ খাল-খন্দের পচা জলে স্ত্রী মশা ডিম পাড়ে। কিউলেক্স মশার ডিম পরস্পর যুক্ত অবস্থায় এবং অ্যানোফিলিসের ডিম পৃথক পৃথক ভাবে ভেসে বেড়ায়। **কিউলেক্স** মশার ডিম লম্বাটে এবং তার নিম্নাংশ স্ফীত। **অ্যানোফিলিসের** ডিম শঙ্কুর মতো এবং তার দু'পাশে **ভেলক** (raft) থাকে। সুতরাং কোনটি কোন্ মশার ডিম চিনতে অসুবিধা হয় না।

লার্ভা (Larva) ঃ দু'তিনদিন পর একই স্থানে পরবর্তী দশা অর্থাৎ **লার্ভা** বা **শুককীট** দেখা যায়। মাথা, বুক ও উদর—এই তিনটি অংশে লার্ভা বিভক্ত। চ্যাপ্টা মাথা, একজোড়া চোয়াল ও ভোজন বুরুশ, শুঁড় ও চোখের উপস্থিতি লার্ভার বৈশিষ্ট্য। লার্ভা জলে কিলবিল করে। অ্যানোফিলিস ও কিউলেক্সের লার্ভা যথাক্রমে জলতলের সমান্তরালে ও কোনাকুনি ভাসে।

পিউপা (Pupa) ঃ লার্ভার পরের দশা পিউপা। একই স্থানে 8—10 দিন পর পিউপা বা মূককীটের দেখা মেলে। ',' কমার মতো আকৃতি দেখে পিউপাকে সহজে চেনা যায়। অ্যানোফিলিসের পিউপার সরু দিক বেশী প্যাঁচানো।

* প্রথমে সেকেন্দ্রারাবাদ ও পরে কলকাতায়।

ইমাগো (Imago) : ইমাগো বা সমঙ্গ পূর্ণাঙ্গ দশায় সব অঙ্গই তৈরী হয়ে যায়। সাধারণত পিউপা দশার 2-3 দিন পর ইমাগো দশার আবির্ভাব ঘটে। দেহকে সমান্তরাল



চিত্র : 13.1 মশার জীবনে বিভিন্ন দশা

রাখলে এবং পশ্চাদপদ পিঠের উপরে তোলা থাকলে বুঝতে হবে মশাটি কিউলেক্স। কিন্তু যে মশা দেহকে সূক্ষ্মকোণে স্থাপন করে এবং পশ্চাৎপদ কখনই পিঠের উপরে তোলে না, সেটি অ্যানোফিলিস মশা। এদের মাথার গঠন-বৈচিত্র্যও উল্লেখযোগ্য (চিত্র : 13.2)।

পরিণত স্ত্রী মশা একইভাবে আবার ডিম পারতে শুরু করে। এইভাবেই মশার জীবন-চক্র বার বার আবর্তিত হয়।

13.4. মশার প্রকারভেদ ও তাদের পার্থক্য [Types of mosquito and their differences]

রোগ সংক্রামক মশা সাধারণত তিনপ্রকার—**অ্যানোফিলিস** (*Anopheles*); **কিউলেক্স** (*Culex*) ও **এডিস** (*Ades*)। হঠাৎ করে চিনতে অসুবিধা হলেও প্রত্যেকের



চিত্র : 13.2 কয়েকটি পূর্ণাঙ্গ মশার মাথার গঠন-বৈচিত্র্য

আলাদা বসার ঢং, এবং কিছু কিছু বহিরাকৃতিগত পার্থক্য দেখে এদের সনাক্ত করা যায়। নীচে এদের উল্লেখযোগ্য কয়েকটি বহিরাকৃতিগত পার্থক্য দেখান হল।

অ্যানোফিলিস	কিউলেক্স	এডিস
পূর্ণাঙ্গ		
1. বসার স্থানের সঙ্গে প্রায় 45° সূক্ষ্মকোণে বসে।	1. বসার স্থানের সঙ্গে মোটামুটি সমান্তরালে কিছুটা ঝুঁকে বসে।	1. বসার স্থানের সঙ্গে পুরোপুরি সমান্তরালে বসে।
2. ডানায় সাদা কালো দাগ থাকে।	2. ডানা এক রং এর—দাগ থাকে না।	2. কিউলেক্সের মতো।
3. সন্ধ্যায় ঝাঁকে ঝাঁকে বেড়িয়ে পড়ে।	3. সাধারণত বিকালে বেড়োয়	3. প্রধানত দিনের বেলায় ঘুরে বেড়ায়, তবে সন্ধ্যে বেলায় বেশী তৎপর।
4. ওড়ার সময় ডানা দিয়ে শব্দ করে।	4. ওড়ার সময় শব্দ হয় না।	4. কিউলেক্সের মতো।
ডিম		
5. স্ত্রী মশা পরিষ্কার জলে ডিম পাড়ে।	5. অপরিষ্কার ও বদ্ধ জলে ডিম পাড়ে।	5. পরিষ্কার জলে ডিম পাড়তে পছন্দ করে।
6. ভেলকযুক্ত নৌকাকৃতি ডিম পৃথকভাবে ভাসে।	6. ভেলকহীন, লম্বাটে ডিম একত্রে ভাসে।	6. কিউলেক্সের মতো আকৃতি, কিন্তু পৃথকভাবে ভাসে

অ্যানোফিলিস	কিউলেক্স	এডিস
লার্ভা		
7. জলের উপরিতলের সঙ্গে সমান্তরালভাবে ভাসে।	7. জলের উপরিতলের সঙ্গে সূক্ষ্মকোণে ভাসে।	7. জলের উপরিতলের সঙ্গে প্রায় লম্বভাবে ভাসে।
8. লার্ভার রোম শাখাযুক্ত।	8. শাখাযুক্ত রোম নেই।	8. কিউলেক্সের মতো।
9. শ্বাস-সাইফন খুব ছোট।	9. শ্বাস-সাইফন অপেক্ষাকৃত বড়।	9. শ্বাস-সাইফন ছোট ও স্থূল।
পিউপা		
10. বায়ুনল অপেক্ষাকৃত ছোট।	10. বায়ুনল অপেক্ষাকৃত বড়।	10. কিউলেক্সের মতো।
11. রোম শাখাযুক্ত।	11. রোম শাখাযুক্ত নয়।	11. কিউলেক্সের মতো।

13.5. মশকসৃষ্ট কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ রোগ [A few important diseases caused by Mosquitoes]

মশকসৃষ্ট রোগের মধ্যে **ম্যালেরিয়া, ডেঙ্গুজ্বর, গোদ, পীতজ্বর, এনকেফালাইটিস** বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

রোগ সংক্রমণ : এইসব রোগের **বাহক** বা **ভেক্টর** হল স্ত্রী মশা*। পুং মশা গাছপালার রস খেয়ে বেঁচে থাকতে পারলেও স্ত্রী মশা মানুষ ও অন্যান্য মেরুদণ্ডী প্রাণীর রক্ত খেয়ে বেঁচে থাকে। রক্ত খাবার সময় এরা একদিকে যেমন অসুস্থ রোগাক্রান্ত মানুষের দেহ থেকে রক্তের সঙ্গে রোগজীবাণু শোষণ করে, অন্যদিকে তেমনি নিজ দেহে তাদের শোষণ ও রূপান্তর ঘটিয়ে সুস্থদেহে সেই রোগজীবাণু সংক্রামিত করে।

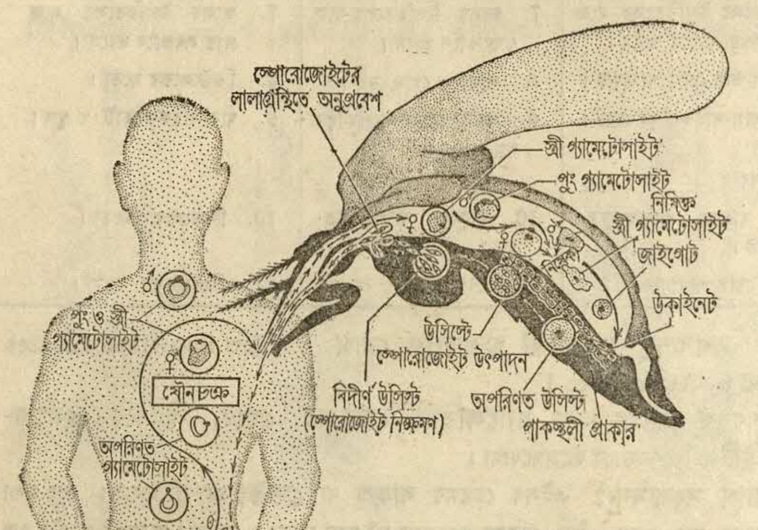
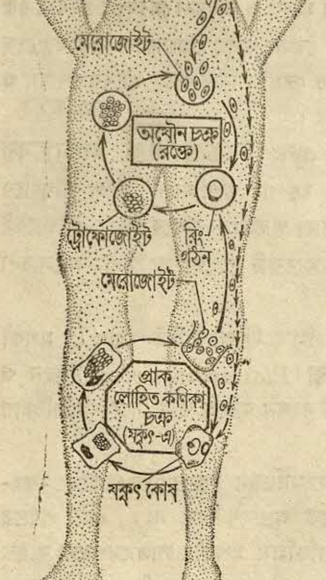
রোগ সংক্রমণ পদ্ধতিটি মশার বিশেষ এবং বিচিত্র এক অভ্যাসের উপর নির্ভর করে। স্ত্রী মশা কখনই একটানা রক্তপান করে না। অল্প পরিমাণে রক্তশোষণ করার পর সেই রক্তকে লালার সঙ্গে মিশিয়ে তারা ক্ষতস্থানে উগরে দেয়। এইভাবেই মানুষের রক্তস্রোতে রোগজীবাণুর অনুপ্রবেশ ঘটে। নীচে কয়েকটি রোগের সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হল :

ম্যালেরিয়া (Malaria) : এটি একটি অ্যানোফিলিস মশকী ঘটিত রোগ। মশকী ম্যালেরিয়ার জীবাণু অর্থাৎ **প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্স** (*Plasmodium vivax*) বহন ও পোষণ করে। সুস্থ ব্যক্তিকে ঐ রোগজীবাণু বাহক মশকী দংশন করলে তার দেহে ম্যালেরিয়ার জীবাণু সংক্রামিত হয়।

জীবন-চক্র (Life-cycle) (চিত্র : 13.3) : প্লাসমোডিয়ম রক্তস্রোতের মাধ্যমে যকৃৎ-কোষে (liver cell) পৌঁছালেও প্রথম পর্যায়ে রক্তকোষকে আক্রমণ করে না। এই পর্যায়ে লোহিত কণিকাকে আক্রমণের প্রস্তুতি পর্ব চলে। অ্যানোফিলিস মশকীয় লালামেশানো রক্তের সঙ্গে প্লাসমোডিয়ম রোগজীবাণু **স্পোরোজোইট** (Sporozoite) দশাগুলি মানুষের দেহে সংক্রামিত হয়। রক্তকোষে মাত্র আধ ঘণ্টার মতো সময় থেকে দ্রুত রক্তসংবহনতন্ত্র থেকে

* স্ত্রী মশা রোগজীবাণু বহন করে সুস্থ মানুষের দেহে রোগকে সংক্রামিত করলেও তারা নিজেরা ঐ রোগ জীবাণুর দ্বারা আক্রান্ত হয় না, বা তাদের কোন রোগও হয় না।

অদৃশ্য হয়ে যায়। ক্রমশ সেগুলি যকৃৎকোষকে আক্রমণ করে এবং এখানে **প্রাক লোহিত কণিকা চক্র** (Pre erythrocytic cycle) চলতে থাকে। স্পোরোজোইটগুলি থেকে ক্রমশঃ

চিত্র : 13.3 প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্স-এর জীবন-চক্র

10,000 **মেরোজোইট** (Merozoite) সৃষ্টি হয়। এই সময় আক্রান্তের দেহে কোনরকম রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায় না। যকৃৎকোষ থেকে ফেটে বাইরে এসে মিরোজোইটগুলি লোহিত রক্তকণিকাকে (erythrocytes) আক্রমণ করে এবং সেই সঙ্গে রক্তের অযৌন চক্রে প্রবেশ করে। সেখানে **রিং দশা** (Ring form) গঠিত হয়।

যাইহোক, লোহিত রক্তকণিকার সাইটোপ্লাজম শোষণ ক'রে এরা দ্রুত বংশবৃদ্ধি করতে থাকে এবং পরপর বিশ-ত্রিশ বার বিভক্ত হয়ে অসংখ্য ক্ষুদ্রাকার জীবাণুতে পরিণত হয়। ফলে লোহিত কণিকাও একইভাবে ভেঙ্গে যায় এবং মেরোজোইট দশা আবার বাইরে বেড়িয়ে এসে সুস্থ লোহিত কণিকাকে আক্রমণ করে এবং একইভাবে তাদের ধ্বংস করতে শুরু করে। উল্লেখযোগ্য, কিছু সংখ্যক লোহিত কণিকা পোষক মানুষের (Host) দেহে বিভিন্ন দশায় (ট্রোফোজোইট, গ্যামেটোসাইট ইত্যাদি) অপরিবর্তিত থেকে যায়। কোন এক অজ্ঞাত কারণে লোহিত কণিকা আক্রমণকারী কিছু কিছু মেরোজোইট অযৌন চক্রের পুনরাবৃত্তি ঘটাতে না পেরে **পুং ও স্ত্রী গ্যামেটোসাইট** (Gametocyte)-এ রূপান্তরিত হয়। মশকী দংশন করে রক্ত শুষে না নেওয়া পর্যন্ত এই গ্যামেটোসাইট দশার কোনরূপ পরিনবর্ত

ঘটে না। মশকীটির উদরে পুং গ্যামেটোসাইট ও স্ত্রী গ্যামেটোসাইট যথাক্রমে পুং ও স্ত্রী **গ্যামেট** (Gamete)-এ রূপান্তরিত হয়। পুং ও স্ত্রী গ্যামেটের মধ্যে **নিষেক** ঘটে যার ফলে যথারীতি **জাইগোট** (zygote) উৎপন্ন হয়। পাকস্থলীর প্রাকার-কোষে জাইগোট থেকে **স্পোরোজোইট** গঠিত হয়। স্পোরোজোইট-সৃষ্টিকারী মশকী কোন সুস্থ ব্যক্তিকে দংশন করলে তার দেহে ঐ স্পোরোজোইট চলে যায় অর্থাৎ ম্যালেরিয়া রোগ সংক্রামিত হয়। এইভাবে জীবাণুর সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে এবং সংক্রামক স্পোরোজোইটবাহী মশকীর দংশনে অতি দ্রুত ম্যালেরিয়া রোগ ছড়িয়ে পড়ে।

ম্যালেরিয়া রোগীর জ্বর হয় এবং সে ঠকঠক করে কাঁপে কেন?

ম্যালেরিয়া রোগজীবাণু, **প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্সের** জীবন-চক্র পর্যালোচনায় দেখা গেল, রোগীর নতুন নতুন লোহিত রক্তকণিকা ক্রমাগত আক্রান্ত হয় এবং সেগুলি নিয়মিতভাবে ভেঙ্গে যেতে থাকে। এদের নিয়মিত ভাঙ্গার প্রতিক্রিয়া হল কাঁপুনি ও জ্বর।

লোহিত রক্তকণিকা ভেঙ্গে গিয়ে প্রোটিন, গ্লোবিন ও অন্যান্য পদার্থ কোষ থেকে বেরিয়ে যাবার জন্যই কাঁপুনীর পর জ্বর আসে।

ম্যালেরিয়ার সঙ্গে প্লীহা বা স্প্লীনের (Spleen) সম্পর্ক কি?

ম্যালেরিয়া রোগ প্রতিরোধের সঙ্গে প্লীহার ঘনিষ্ট সম্পর্ক আছে। দেহে ম্যালেরিয়া রোগ জীবাণুর অনুপ্রবেশ ঘটলে প্লীহা বড় হয় [**স্প্লীনোমেগালী** (Splenomegaly)]। প্লীহার অস্বাভাবিক আকার বৃদ্ধি দেখে ম্যালেরিয়ার আক্রমণ টের পাওয়া যায়। ম্যালেরিয়া রোগ উপশম হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে প্লীহার আকৃতি দ্রুত স্বাভাবিক হয়ে আসে।

13.6. রোগ দমন [Control Measures]

ম্যালেরিয়া রোগ দমনের নানাবিধ পদ্ধতির মধ্যে নিম্নলিখিত পন্থাগুলি ফলপ্রদ :

1. **মশা ধ্বংস :** যেখানে জল জমে সেখানেই মশা ডিম পাড়ে। জল জমা স্থানে এবং বাড়ীর আনাচে কানাচে ঝোপে-ঝাড়ে ডিডিটি (DDT.—dichloro diphenyl trichloroethane) অথবা কেরোসিন তেল ছড়ালে ভাল ফল পাওয়া যায়। এতে মশা বা মশার ডিম মরে যায়।

কোন পুকুরে মশার ডিম বা লার্ভার প্রকোপ বৃদ্ধি পেলে সেই পুকুরে মাছের চারা ফেললে মশার লার্ভাগুলিকে তারা খেয়ে ফেলে। ফলে মশার সংখ্যা কমে যায়। লার্ভানাশক এইসব পদার্থ ছড়ানোর জন্য নানান ধরনের **স্প্রেয়ার** (Sprayer) ব্যবহার করা হয়।

2. **মশা বিতরণ :** মশার কামড় ও মশার বিরক্তি থেকে পরিত্রাণ পাবার উপযোগী একপ্রকার যন্ত্র আবিষ্কৃত হয়েছে, এটার নাম **আলট্রাসোনিক মশক বিতারক** (Ultrasonic mosquito repellant)। এই যন্ত্র থেকে নিষ্ক্রান্ত আলট্রাসোনিক শব্দতরঙ্গ মশাকে অন্ততঃ 3 মিটার দূরে সরিয়ে রাখে। ঘর থেকে মশা বিতারণের জন্যে আজকাল বাজারে নানারকম ধূপ, ক্রীম পাওয়া যায়। তাছাড়া ধূনো, ধোঁয়া দিয়েও মশা তাড়ানো যায়।

3. **জননে হস্তক্ষেপ দ্বারা মশা দমন :** নানারকম রাসায়নিক ওষুধ প্রয়োগে পুরুষ মশাকে নির্বীজ করলে তাদের সংস্পর্শে আসা মশকীর ডিম পাড়ার সম্ভাবনা থাকে না। এতে

মশার বংশবৃদ্ধির হার হ্রাস পায়। তাছাড়া **রেডিয়েশান** (radiation) **প্রয়োগ** বা ক্রোমোজোমের গঠন পরিবর্তন করলে মশকীর বন্ধ্যাত্ব আসে অর্থাৎ ডিম পাড়ার ক্ষমতা লোপ পায়।

4. **ঔষধ গ্রহণ দ্বারা রোগ প্রতিরোধঃ কুইনাইন, ক্লোরোকুইন, পাইরিমেথামাইন, প্রাইমাকুইন, টেট্রাসাইক্লিন, প্রোগুয়ানিন, মেফ্লোকুইন** প্রভৃতি ওষুধ প্রয়োগে বিভিন্ন ধরনের ম্যালেরিয়া প্রতিরোধ করা যায়।

5. **মশারী ব্যবহারঃ** সাধারণত রাত্রে মশার প্রাদুর্ভাব বেশী। অন্ধকার নামার সঙ্গে সঙ্গে ঘরে মশা ঢুকে পড়ে। সুবিধামতো মশারীর ব্যবহার হল মশার কামড় থেকে পরিত্রাণ পাবার সহজ উপায়।

13.7. ভারতে সাম্প্রতিক অবস্থা [Present position in India]

ষষ্ঠ দশকের শেষে ভারতে ম্যালেরিয়া প্রায় নির্মূল হয়ে গিয়েছে মনে করা হত। সেই সময় এমন অবস্থা হয়েছিল ডাক্তারী ছাত্রদের ম্যালেরিয়া জীবাণু দেখানোর সমস্যা দেখা দিয়েছিল। 1965 খ্রীষ্টাব্দে ভারতে ম্যালেরিয়া রোগীর সংখ্যা 1 লাখে নেমে এলেও 1975 খ্রীষ্টাব্দে তা বেড়ে দাঁড়ায় 51 লাখ। 1965তে মৃত্যুর কোন খবর পাওয়া যায়নি, তবে 1974তে 3 জনের এবং 1975তে 99 জনের মৃত্যু হয়। 1974 ও 1975 খ্রীষ্টাব্দের জানুয়ারী থেকে মে পর্যন্ত প্রদেশভিত্তিক ম্যালেরিয়ার ব্যাপকতা নীচের তালিকায় দেখানো হল :

তালিকা : 1974 ও 1975 সালে ম্যালেরিয়া রোগের প্রদেশ ভিত্তিক অবস্থা

প্রদেশ	1974	1975
পশ্চিমবঙ্গ	5,403	5,682
বিহার	19,555	16,348
আসাম	23,897	36,657
মেঘালয়	1,333	1,470
নাগাল্যাণ্ড	1,119	218
ত্রিপুরা	1,228	2,052
অরুণাচল প্রদেশ	5,227	5,016
মিজোরাম	2,717	7,662
সিকিম	42	19
দিল্লী	2,323	9,285
চণ্ডিগড়	333	1,235
উত্তর প্রদেশ	35,317	35,096
পাঞ্জাব	48,562	67,647
জম্মু ও কাশ্মীর	1,673	2,136
হিমাচল প্রদেশ	2,173	2,709
হরিয়ানা	54,849	1,12,944

13.8. ভারতে গবেষণা [Researches in India]

দিল্লীর **ন্যাশানাল ইনসটিটিউট অব্ কমিউনিকেবল ডিজিজেস** এবং চণ্ডীগড়ের **পোষ্ট গ্র্যাজুয়েট ইনসটিটিউট অব্ মেডিক্যাল এডুকেশন ও রিসার্চ সেন্টারে** ভ্যাক্সিন তৈরীর চেষ্টা চলছে।

দেশজ গাছ-গাছড়া থেকেও ম্যালেরিয়া প্রতিরোধক ঔষধ তৈরীর উপর গবেষণা চলেছে। ইঁদুর ও বাঁদরের উপর ভ্যাক্সিন প্রয়োগের প্রচেষ্টায় প্রায় 90% সুফল পাওয়া গেছে।

13.9. অন্যান্য কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ মশকবাহিত রোগের সংক্ষিপ্ত পরিচয় [A brief account of a few other important diseases caused by mosquitoes]

1. **ডেঙ্গু জ্বর** (Dengue fever) : এটি একটি ভাইরাসঘটিত রোগ। এই রোগ বানরের দেহ থেকে **এডিস ইজিপটি** (*Ades aegypti*) ও **কিউলেক্স ফ্যাটিগ্যান্স** (*Culex fatigans*) নামে মশকীর দ্বারা বাহিত হয়। পৃথিবীর গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে ডেঙ্গু জ্বরের প্রকোপ বেশী। তবে মৃত্যু হার কম হলেও এই রোগ অল্পদিনে মহামারীরূপে বিস্তীর্ণ এলাকায় ছড়িয়ে পড়ে। দেহের উষ্ণতা বৃদ্ধি ; মাথায়, চোখে, অস্থিসন্ধিতে এবং পেশীতে অসম্ভব যন্ত্রণা ; মুখে ফুসকুড়ির আবির্ভাব প্রভৃতি হল ডেঙ্গুজ্বরের লক্ষণ।

2. **গোদ** বা **শ্লীপদ** (Filaria or Elephantiasis) : এই রোগটির প্রকোপ পূর্বভারতে—বিশেষ করে ওড়িশায় বেশী। **উচেরেরিয়া ব্যানক্রফটি** নামে গোলকৃমি গোদ রোগের কারণ। এরা মানুষের লসিকাবাহতে বাস করে। সেখানে দ্রুত হারে বংশবৃদ্ধি দ্বারা লসিকাবাহের পথ বন্ধ করে এবং স্বাভাবিকভাবে লসিকা চলাচলে বাধা সৃষ্টি করে। যৌন মিলনের পরে স্ত্রী কৃমি অসংখ্য ক্ষুদ্রাকার (লম্বায় 0·2 mm) **মাইক্রোফাইলেরিয়া** (Microfilaria) উৎপন্ন করে। এগুলি দ্রুত রক্তবাহের মাধ্যমে ত্বকের নীচে চলে আসে। কিউলেক্স মশকী এই সময় গোদ রোগীকে দংশন করলে এরা মশার দেহে স্থানান্তরিত হয়। মশার দেহে একমাস থাকার পর সেই মশা সুস্থ ব্যক্তিকে দংশন করলে প্রায় তিন মাস পরে জ্বর, মাথা-ব্যথা প্রভৃতি গোদের প্রাথমিক উপসর্গ দেখা দেয়। সাধারণত দুটি পা এই রোগে আক্রান্ত হয় এবং পা ফুলে অস্বাভাবিক আকার ধারণ করে।

3. **পীতজ্বর** (Yellow fever) : এটি **এডিস** মশকী (**এডিস সিম্পসনি, এডিস ইজিপটি** প্রভৃতি) বাহিত একটি ভাইরাসঘটিত রোগ। চীন, দক্ষিণ আমেরিকা ও আফ্রিকায় এই রোগের প্রাদুর্ভাব বেশী। আমাদের দেশে এই রোগ এখনও প্রবেশ করতে পারেনি। সেজন্য আন্তর্জাতিক বিমান বন্দরে যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়। প্রবল জ্বর, মাথাধরা, হাড়ে যন্ত্রণা, চামড়া খসখসে হয়ে যাওয়া, মুখ ফুলে লাল হয়ে যাওয়া প্রভৃতি প্রাথমিক লক্ষণ। কয়েকদিনের মধ্যেই জনডিস দেখা দেয় (এর ফলে সারা দেহে হলুদ বর্ণ হয়ে যায়) এবং তার সঙ্গে রক্ত ও পিত্ত বমন শুরু হয় এবং রোগী মারা যায়। পীতজ্বরের মৃত্যুহার খুবই বেশী।

4. **এনকেফালাইটিস** (Encephalitis) : এডিস ও কিউলেক্স মশকীর কোন কোন প্রজাতি ভাইরাসঘটিত এনকেফালাইটিস রোগটিকে সংক্রামিত করে। ঘোড়া, গরু, মুরগী প্রভৃতি গৃহপালিত পশুগুলি আক্রান্ত হলেও মানুষ সময় সময় এই রোগের কবলে পড়ে। মাথার যন্ত্রণা, প্রবল জ্বর, তন্দ্রাভাব ও মস্তিষ্ক ফুলে যাওয়া প্রধান লক্ষণ। এই রোগের মৃত্যুহার উল্লেখযোগ্যভাবে বেশী।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type questions.]

1. চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যা বলতে কি বোঝ সংক্ষেপে বল [Write what you know about medical zoology.] [উঃ 13.1 দেখ]

2. কয়েকটি সংক্রামক রোগের নাম কর। 'ভেক্টর' কাদের বলে? দুটি উল্লেখযোগ্য বাহকের নাম কর। [Name a few contageous diseases. Which are called vectors ? Name two important vectors.] [উঃ। 13.1 শেষাংশ দেখ]

3. চিকিৎসাবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যায় মশার গুরুত্ব নিরূপণ কর। [Estimate the importance of mosquito in medical zoology.] [উঃ। 13.2 দেখ]

4. মশা প্রধানত কয়প্রকার? তিন প্রকার মশার বহিরাকৃতিগত পার্থক্য সারিবদ্ধ কর। [What are the major types of mosquitoes ? Tabulate the differences of three types of mosquitoes on the basis of external morphology.] [উঃ 13.4 দেখ]

5. মশার জীবন-চক্রের দশাগুলি সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the stages in the life-cycle of a mosquito.] [উঃ। 13.3 দেখ]

6. মশকবাহিত কয়েকটি রোগের নাম কর। ম্যালেরিয়ার জীবাণুর জীবন-চক্রের বিবরণ দাও। [Name a few diseases caused by mosquitoes. Give an illustrated account of the life-cycle of malarial parasite.] [উঃ। 13.5 দেখ]

7. ম্যালেরিয়া রোগসৃষ্টিকারী জীবাণুটির বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। ম্যালেরিয়া রোগ কিভাবে দমন করা সম্ভব? [Write the scientific name of the causal organism of malarial fever. How can it be controlled ?] [উঃ। 13.5 (ম্যালেরিয়া) অংশ ও 13.6 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

8. ম্যালেরিয়া রোগের জীবাণু কে আবিষ্কার করেন? ভারতে ম্যালেরিয়া রোগের সাম্প্রতিক অবস্থা পর্যালোচনা কর। [Who invented the malarial parasite ? Critically estimate the present position of malaria in India.] [উঃ। 13.2 ও 13.7 দেখ]

9. কেবল স্ত্রী মশাই রোগ জীবাণু বহন করে কেন? ডেঙ্গুজ্বর বা গোদ সম্বন্ধে কি জান? [Why do only female mosquitoes carry the germs ? What do you know about dengue fever and filaria ?] [উঃ। 13.5 প্রথমাংশ ও 13.9 প্রথমাংশ দেখ]

10. মশার রোগ সংক্রামণ পদ্ধতিটি কিরূপ? প্রাক লোহিত কণিকাচক্র বলতে কি বোঝ? [What is the method of infection by mosquitoes ? What do you mean by preerythrocytic cycle ?] [উঃ। 13.5 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

11. ম্যালেরিয়া জীবাণুর অযৌন ও যৌন চক্র কোথায় ঘটে? মশকীর দেহ থেকে জীবাণুটি কোন্ দশায় সুস্থ শরীরে সংক্রামিত হয়? [Where do the asexul and sexual cycles of the malarial parasites occur ? In which stage the malarial parasite gets transmitted from the mosquito to the healthy person ?] [উঃ। 13.5 দেখ]

12. ম্যালেরিয়া রোগীর জ্বর হয় কেন? কেনই বা সে ঠক্‌ঠক্ করে কাঁপে? [Why does a malarial patient experience fever ? Why does he shiver ?] [উঃ। 13.5 শেষাংশ দেখ]

13. ম্যালেরিয়ার সঙ্গে প্লীহার কোন সম্পর্ক আছে কি? [Is there any relation between malaria and spleen ?] [উঃ। 13.5 শেষাংশ দেখ]

14. ভারতের দুটি ম্যালেরিয়া গবেষণা কেন্দ্রের নাম কর। সেখানে কি ধরনের গবেষণা চলছে? [Name two malaria research centres in India. What type of research is going on there ?] [উঃ। 13.8 দেখ]

15. পীতজ্বর ও গোদের প্রকোপ কোথায় বেশী? গোদের লক্ষণগুলি বল। [In which areas do yellow fever and filaria prevail ? State the symptoms of filaria.]

[উঃ। 13 9(3) ও 2 দেখ]

16. **শূন্যস্থান পূর্ণ কর :** [Fill in the blanks.]

(1) 1898 খ্রীষ্টাব্দে — প্লাসমোডিয়মের সঙ্গে অ্যানোফিলিস মশার ঘনিষ্ট সম্বন্ধ আবিষ্কার করেন। (2) রোগ সংক্রমণে পরোক্ষভাবে সাহায্যকারী প্রাণীকে — বলে। (3) ম্যালেরিয়ার জীবাণুর বিজ্ঞান-সম্মত নাম —। (4) স্ত্রী মশা — খেয়ে বেঁচে থাকে। (5) অ্যানোফিলিস মশকী রক্তকে — র সঙ্গে মিশিয়ে ক্ষতস্থানে উগরে দেয়। (6) প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্সের — দশা যকৃৎ প্যারেনকাইমা কোষকে আক্রমণ করে। (7) ম্যালেরিয়া জীবাণুর অযৌন চক্র চলে — কোষে। (৮) ম্যালেরিয়া রোগীর প্লীহা বেড়ে যাওয়াকে — বলে।

25. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) ভেক্টর (Vector), (b) এলিফ্যানটিয়াসিস (Elephantiasis), (c) স্প্লীনোমেগালী (Spleenomegaly), (d) স্পোরোজোইট (Sporozoite), (e) প্লাসমোডিয়ম ভাইভাক্স (Plasmodium vivax), (f) স্যার রোনাল্ড রস (Sir Ronald Ross). (g) ডেঙ্গু জ্বর (Dengue fever), (h) পীত জ্বর (Yellow fever), (i) জিয়ার্ডিয়া (Giardia), (j) প্যাথোজেন (Pathogen) (k) সিসি মাছি (Tsetse fly) । [উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

14 ॥ কৃষিবিজ্ঞান সম্পর্কিত প্রাণিবিদ্যা ॥

Syllabus : An outline knowledge of agricultural zoology with special reference to Pisciculture and a common pest of paddy. For paddy, mention should be made about the nature of damage and control measure.

14.1. সূচনা [Introduction]

চিকিৎসাবিজ্ঞানের সঙ্গে প্রাণিবিদ্যার সম্পর্কসম্বন্ধে পূর্ব অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে। শুধু চিকিৎসাবিজ্ঞানই নয় কৃষিবিজ্ঞানের সঙ্গেও রয়েছে প্রাণিবিদ্যার ঘনিষ্ট যোগাযোগ। কৃষিবিজ্ঞান বলতে সাধারণত উদ্ভিদ পদার্থ—যেমন খাদ্যশস্য, ডালশস্য, তৈলবীজ বা ফলমূল চাষ এবং এই চাষ সংক্রান্ত সুবিধা-অসুবিধা ও অসুবিধার প্রতিকার উদ্ভাবন, এমনকি উন্নত মানের কৃষিপণ্য উৎপাদনকে বোঝায়। ব্যাপক অর্থে কৃষিবিজ্ঞানের পরিধি সুদূর বিস্তৃত। ইদানিং কেবল উদ্ভিজ্জ পদার্থ উৎপাদনের মধ্যেই কৃষিবিজ্ঞান সীমাবদ্ধ নয়। খাদ্য তালিকার অন্তর্ভুক্ত যে কোন পদার্থ উৎপাদনই কৃষিবিজ্ঞানের আওতায় পড়ে। সেই অর্থে উন্নত ধরনের **গবাদি-পশুর চাষ, হাঁস-মুরগীর চাষ, মাছের চাষ প্রভৃতিও কৃষিবিজ্ঞানের এক একটি বিশেষ দিক বলে আজকাল স্বীকৃতি লাভ করেছে।**

দেশে খাদ্যশস্যের উৎপাদন যেমন বাড়ছে, পোকা-মাকড়ের অত্যাচারে এর বৃহৎ একটা অংশের অপচয়ও সেই হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। কৃষিপণ্যের চাষ বাড়ানোর সঙ্গে সঙ্গে ফসল যাতে কীট-পতঙ্গের আক্রমণে ও বিধ্বংসী রোগে ঘরে তোলার আগেই নষ্ট হয়ে না যায় সেদিকে সজাগ দৃষ্টি রাখা প্রয়োজন। পাকা ফসল ঘরে তুলে ফেললেই এইসব উপদ্রব থেকে নিষ্কৃতি পাওয়া যায় না। খাদ্য গুদামজাত অবস্থাতেও কীট-পতঙ্গদ্বারা আক্রান্ত হতে পারে। সময় মতো এদের দমন করার ব্যবস্থা না করলে ফসল ফলানোর পরিশ্রম মাঠেই মারা যায়।

কৃষি পণ্যের সঙ্গে জড়িত শস্যহানীকর কীট-পতঙ্গ অর্থাৎ **পেস্ট** (Pest) দমনের যথোচিত ব্যবস্থা বা পথ বাৎলানোর জন্য নিরন্তন গবেষণায় মগ্ন আছেন অগণিত **কীটতত্ত্ববিদ** (Entomlogists)। ক্ষতিকর কীটপতঙ্গকে সনাক্ত করে এঁরাই উপযুক্ত ওষুধের ব্যবস্থাপত্র দেন। কীটতত্ত্ববিদদের সাহায্য না পেলে উৎপন্ন ফসলের মোটা অংশই যে ঘরে তোলা সম্ভব হত না বা ঘরে তুললেও তাকে সংরক্ষণ করতে বেগ পেতে হত, এবিষয়ে কারো দ্বিমত নেই। সুতরাং নির্দ্বিধায় বলা যায় **কৃষিবিজ্ঞান ও প্রাণিবিদ্যা ওতপ্রোতভাবে জড়িত এবং একে অন্যের পরিপূরক।**

14.2. মৎস্যচাষ বা ফিসারী [Pisciculture or Fishery]

বাঙালী নামের সঙ্গেই জড়িয়ে আছে মাছের নাম। ভারতের অন্য কোন প্রদেশের মানুষ মাছের ফলন বা বাজারে মাছের জোগান নিয়ে মোটেই উৎকণ্ঠিত নয়। কিন্তু মাছের চাহিদা অনুপাতে তার যোগান ইদানিং এতই কমে গেছে যে বাঙালী মাত্রেই উদ্বিগ্ন ও বিচলিত। মাছ ছাড়া তাদের ভাত রোচে না—মাছ ভাত বাঙালীর প্রিয় ও প্রধান খাদ্য।

মাছের অসীম ভাণ্ডার সমুদ্র। তবু সেখান থেকে মাছের যোগান সামান্য। পশ্চিমবঙ্গে ভাগিরথী ও তার শাখা-প্রশাখা ছাড়া অন্য নদ-নদীর সংখ্যা কম নয়। নালা, পুকুর, ডোবা, খাল-বিলও আছে অজস্র। তবু বাঙালীর পাতে আজ মাছ নেই। মাছ এমনিতেই দুর্মূল্য—আজকে তার দর আকাশ ছোঁয়া। এর প্রতিকার কি? প্রতিকারের কথা ভাবতে গেলে প্রথমেই যে কথাটি মনে আসে সেটি হল, সুযোগ থাকলে যার যা সামর্থ সেই মতোই মাছের উৎপাদন বৃদ্ধির দিকে নজর দিতে হবে, অযত্নে মজে হেজে যাওয়া পুকুরের সংস্কার করতে হবে গৃহস্থের নিজেকেই। আর চাষ না করে ফেলে রাখা পুকুরকে সংস্কার করে তাতে মাছের চাষ শুরু করতে হবে। তবে নিজস্ব পুকুর বা জলাশয়ের মালিকরা নিজের চাহিদা এভাবে মেটাতে সক্ষম হলেও অধিকাংশ মানুষ যাদের বাজারের যোগানের উপর নির্ভর করতে হয়; তাদের চাহিদা কিভাবে মিটবে? এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন। এর সমস্যা সমাধান একক প্রচেষ্টায় সম্ভব নয়। মৎস্য চাষ সংক্রান্ত কারিগরী জ্ঞানে দক্ষ কর্মীর সহায়তায় সমবায় ভিত্তিতে মাছের চাষ করে এই সমস্যার সমাধান সম্ভব। একথা সবার জানা যে অধিকাংশ মাছ বদ্ধ জলে ডিম পাড়ে না, বর্ষায় ফুলে ফেঁপে ওঠা নদীর স্রোতে ডিম পাড়া পছন্দ করে। বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণে আজকাল সুস্থ, সবল ও নিরোগ পোনা মাছকে (carp) বদ্ধ জলে ডিম পাড়তে বাধ্য করা হচ্ছে। এতে যে শুধু খাঁটি মাছ উৎপাদনই বাড়ছে তাই নয়, মাছের ডিমের অপচয়ও রোধ করা সম্ভব হচ্ছে। তাছাড়া বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণে মাছের বৃদ্ধির প্রতি ধাপে উপযুক্ত খাদ্যের যোগান, তাদের নিয়মিত পরিচর্যা, সংরক্ষণ প্রভৃতির দিকেও নজর দেওয়া সম্ভব হচ্ছে। এই প্রসঙ্গে উল্লেখ করা যেতে পারে যে, বিদ্যুৎপ্রকল্প ও বন্যারোধ প্রকল্পের জন্য তৈরী **ড্যাম** (Dam) বা **জলাধারগুলি** মৎস্যচাষের পক্ষে অত্যন্ত উপযোগী। আপাতত ভারতে ৩৪টি বড় ও আরও কয়েকটি ছোট জলাধার আছে। এদের জলকরের পরিমাপ প্রায় 0·11 মিলিয়ন হেকটার। এইসব জলাধারকে কাজে লাগাতে পারলে একদিকে যেমন মাছের যোগান বাড়বে অন্যদিকে তেমনি **বেকার সমস্যারও কিছু সুরাহা হতে পারে।**

সুতরাং **বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণে প্রয়োজনমত মাছের ফলন বৃদ্ধি করে তাদের যথাযথ সংরক্ষণের প্রচেষ্টাই হল মৎস্য চাষ।**

14.3. মৎস্য চাষের প্রকারভেদ [Types of Pisciculture]

নালা, ডোবা, পুকুর, ভেরী, নদী, সমুদ্র—এসবই হল মাছের আবাসস্থল। আবাসস্থল অনুযায়ী মৎসচাষ প্রধানতঃ দুটি ভাগে বিভক্ত :

(1) **সামুদ্রিক মাছ চাষ** (Marine Fishery) : এতে খাদ্যোপযোগী বিভিন্ন প্রকার সামুদ্রিক মাছ নির্বাচন করে তাদের সংগ্রহ, সংরক্ষণ ও বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে বাজারে প্রেরণের ব্যবস্থা করা হয়। আমাদের দেশে প্রকৃত অর্থে এইসব মাছের চাষ শুরু করার প্রচেষ্টা সবে শুরু হয়েছে। এদিক থেকে কেরালা, মহারাষ্ট্র অগ্রণী ভূমিকা গ্রহণ করেছে। আমেরিকা জাপান প্রভৃতি দেশ এ ব্যাপারে আগেই সুফল লাভ করেছে।

(2) **অন্তঃদেশীয় মাছ চাষ** (Inland Fishery) : **মিঠে জল** (Fresh water) ও **ঈষৎ লোনা জল** (Brackish water)-এ মাছ চাষ করাকে অন্তঃর্দেশীয়

মাছ চাষ বলে। পুকুর, খাল, বিল, নদী, নালা প্রভৃতির জল মিষ্টি, আর নদীর মোহনার 'ব'-দ্বীপ অঞ্চলের ঝিল, পুকুর, ইত্যাদি ও সমুদ্রোপকূলবর্তী ভেড়ীর জল ঈষৎ লবণাক্ত।

14.4. মাছের প্রকারভেদ [Types of fish]

উৎস অনুযায়ী মাছকে প্রধান দু'ভাগে ভাগ করা যায়—(1) **মিঠে জলের মাছ** (Fresh water fish) ও (2) **লোনা জলের মাছ** (Brackish water fish)।

A. **মিঠে জলের মাছ :** জলাধার অনুসারে মিঠে জলের মাছকে নিম্নলিখিত কয়েকটি ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন—

(1) **বড়পুকুরের স্বচ্ছ জলের মাছ :** বড় পুকুরের স্বচ্ছ জলের রুই (*Labeo rohita*), কালবোস (*Labeo kalbusa*), বাটা (*Labeo bata*), কাতলা (*Catla catla*), মৃগেল (*Cirrhina mrigala*) প্রভৃতি **পোনা** বা কার্প (Carp) জাতীয় মাছ ভাল ভাবেই বাড়ে। বদ্ধ জলে ডিম পাড়তে সক্ষম না হলেও চারা পোনা এখানে দ্রুত বৃদ্ধি পায়। আজকাল **আমেরিকান রুই** (*Cyprinus carpio*)* মাছের চাষও বৃদ্ধি পেয়েছে। এরা অবশ্য বদ্ধ জলেই ডিম পাড়ে।

(2) **ছোট পুকুর বা ডোবার মাছ :** (i) ছোট পুকুরে আজকাল তিলাপিয়া (*Tilapia*) মাছের চাষ বেড়েছে। এরা বদ্ধ জলাশয়েও ডিম পাড়তে অভ্যস্ত। অল্প সময়ে তিলাপিয়া প্রচুর পরিমাণে ডিম পাড়ে এবং দ্রুত বৃদ্ধি পায়। তিলাপিয়ার চাষ সেজন্য খুবই লাভজনক। (ii) এছাড়া পুঁটি (*Puntius sarana*), মৌরলা (*Amblypharyngodon mola*) প্রভৃতি মাছ এখানে প্রচুর পরিমাণে জন্মায়। (iii) শোল (*Channa striatus*), ল্যাটা (*Channa punctatus*), সিঙ্গি (*Heteropneustis fossilis*), মাগুর (*Clarius batrachus*), কৈ (*Anabas testudineus*), বোয়াল (*Wallagonia attu*) প্রভৃতি রাক্ষুসে মাছ এমনিতে কেউ বড় পুকুরে চাষ করে না। এরা বদ্ধ জলে অল্প দিনে অনেক ডিম পেড়ে নিজেদের সংখ্যা দ্রুত বৃদ্ধি করতে পারে বলে পরিত্যক্ত ছোট পুকুর বা ডোবায় এদের চাষ করা লাভজনক।

(3) **পচা পুকুরের পেঁকো মাছ :** সাধারণত ল্যাটা, শোল, কই, সিঙ্গি, মাগুর প্রভৃতি জিয়ল মাছ এই ধরনের পুকুরে ভাল জন্মায়।

B. **লোনা জলের মাছ :** জলের লবণের পরিমাণের উপর নির্ভর করে লোনা জলের মাছকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন—

(1) **মোহনা বা খারি অঞ্চলের মাছ :** সাধারণত বাঁধ বেঁধে জোয়ারের জল আটকে এইসব মাছ ধরা হয়। এইসব মাছের মধ্যে ভেটকি (*Lates calcarifer*), পারশে (*Mugil parsia*), ভাঙ্গর (*Mugil tade*), বেলে (*Glossogobius*), তপসে (*Polynemus*), খয়রা (*Gadusia chapra*), আড় (*Arius*) অন্যতম।

(2) **সামুদ্রিক মাছ :** মেদিনীপুরের ও সুন্দরবনের জেলেরা গভীর সমুদ্রে দেশী ডিঙ্গি নিয়ে মাছ ধরে। এইসব মাছের মধ্যে স্বাদে, সবচেয়ে আদরনীয় ইলিশ (*Hilsa ilisha*)। এছাড়া প্রচুর পরিমাণে ধরা পড়ে পমফ্রেট (*Stomateus*), ম্যাকারেল (*Somber*), পারা চাঁদা (*Scatophagus*), গলদা চিংড়ি (*Palaemon carcinus*), তোপসে (*Polynemus*) প্রভৃতি মাছ।

14.5. পুকুরে পোনা মাছের চাষ [Pisciculture in tank]

A. **পোনা মাছ চাষের পুকুর :** (1) পোনামাছ চাষের জন্য পুকুরটি এমন হবে যাতে গ্রীষ্মকালে তাতে অন্ততঃ 8 ফুট জল থাকে এবং বর্ষাকালেও যেন ভেসে না যায়।

---

* আমেরিকান রুই এর কয়েকটি প্রজাতি - যেমন, মিরর কার্প (*Cyprinus carpio* var. *specularis*), স্কেল কার্প (*C. carpio* var. *communis*), লেদার কার্প (*C. carpio* var. *nudus*) এবং সিলভার কার্প (*Hypopthalmichthyes molitrix*), চাইনিজ গ্রাস কার্প (*Ctnopharyngodon ideila*) প্রভৃতি মাছের ক্ষেত্রে কৃত্রিম প্রজনন প্রক্রিয়ার সাফল্য এসেছে। ছোট ছোট গাছপালা ও দ্রুত বেড়ে ওঠা মাছের মধ্যে এগুলি অন্যতম।

8 ফুটের গভীর পুকুর পোনা মাছ চাষের উপযোগী নয়। কারণ সূর্যালোক তার নীচে পৌঁছাতে পারে না। এর ফলে যেসব উদ্ভিদ মাছের খাদ্য তারা আলোর অভাবে বাড়তে পারে না। অন্যদিকে অগভীর পুকুর গ্রীষ্মের খরতাপে শুকিয়ে যেতে পারে বা তার জল দ্রুত গরম হয়ে যেতে পারে এবং তাতে মাছ মরে যাবার সম্ভাবনা থাকে।

(2) পুকুরটি লম্বায় বড় ও চওড়ায় কম হতে হবে। তাতে চারা মাছ ছুটোছুটি করার সুযোগ পায় এবং দ্রুত বেড়ে ওঠে।

(3) পুকুরের পাড় হতে হবে ঢালু, খাড়া নয়। তাতে মাছ স্বচ্ছন্দে ঘুরে বেড়াতে পারে। তাছাড়া পাড়কে বেশ উঁচু রাখতে হবে যাতে বর্ষায় ডুবে না যায় এবং আশপাশ থেকে দূষিত জল পুকুরে ঢুকতে না পারে।

(4) পুকুরের তলদেশটি সমতল রাখতে হবে। এতে মাছ ধরার সুবিধা হবে। পুকুরে 1 ফুটের মতো কাদা থাকলে জলজ উদ্ভিদ বাড়ার সুযোগ পায়।

(B) **পুকুর তৈরী ঃ** (1) মাছ চাষ শুরু করার আগে পুকুরকে মাছ চাষের উপযুক্ত করে নিতে হবে। বৈশাখ মাসে পুকুর শুকিয়ে গেলে তাতে লাঙ্গল দিয়ে একমাস রোদ খাওয়াতে হবে। (2) জ্যৈষ্ঠ মাস নাগাদ তাতে বিঘাপ্রতি 30 কেজি চুন ছিটিয়ে দিতে হবে। (3) এর একপক্ষ কাল পরে 500 কেজি টাটকা গোবর দিতে হবে। (4) তারপর আরো একপক্ষ কাল পর বিঘাপ্রতি সুপারফসফেট 6 কেজি ও অ্যামোনিয়ম ফসফেট 10 কেজি রাসায়নিক সার দিতে হবে। (5) আরো একপক্ষ কাল অর্থাৎ **75** দিনের মাথায় বর্ষার জলে ভর্তি পুকুরে বিঘাপ্রতি 30 কেজি চারা পোনা ছাড়তে হবে।

(C) **মাছের খাবার ঃ** সবুজ প্ল্যাঙ্কটন জাতীয় শেওলা, (এরা দেখতে ছোট এবং জলে ভেসে বেড়ায়। ফলে জলের রং হয় ফিকে সবুজ) মাছের প্রিয় খাদ্য। পুকুরে এই জাতীয় শেওলা থাকলে মাছ বাড়তে সাহায্য হয়। সেজন্য মাছ চাষের সময় এমন সব খাদ্য প্রয়োগ করতে হয় যাতে ঐ উদ্ভিদেরও খাবার থাকে। পুকুরে গোবর সার, অ্যামোনিয়ম সালফেট, সুপার ফসফেট দিতে হবে। তাছাড়া শুটকি মাছের গুঁড়ো, বাদাম খোল, গমের ভূষি ও ধানের কুঁড়ো মিশিয়ে নিলে মাছের পুষ্টিকর খাবার তৈরী হয়। মেদিনীপুরের জনপুট সরকারী মৎস্য কেন্দ্র থেকে **ফিস ফুড** (fish food) নামে মাছের খাবার জনসাধারণের কাছে বিক্রি করা হয়।

(D) পোনা মাছ চাষ পদ্ধতি ঃ

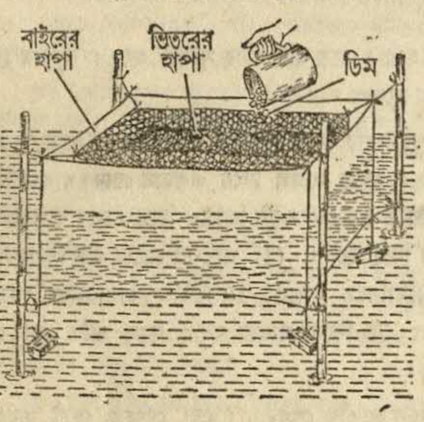
সাধারণ পদ্ধতি ঃ ডিম উৎপাদন ও ডিমকে বড় করে ক্রমপর্যায়ে বড় মাছ উৎপাদন করাকে ছোট ছোট মাছ চাষীরা যথেষ্ট ঝামেলার ব্যাপার বলে মনে করেন। তাই এঁরা বাজার থেকে তৈরী পছন্দ মতো মাছের চারা বাছাই করে কিনে চাষ করেন। সাধারণত 4·5 ইঞ্চি মাছের চারা পুকুরে ছাড়া হয় এবং এগুলি 4·5 কেজি ওজনের হলে বাজারে বিক্রি করা হয়। এতে ডিম ফুটিয়ে চারাপোনা তৈরী করে চাষ করার চেয়ে খরচা পরে বেশী।

ব্যবসায়িক পদ্ধতি ঃ ব্যবসায়িক ভিত্তিতে যারা মাছ চাষ করেন তাঁরা বেশী লাভের আসায় নিজেরাই বাছাই করা পোনা মাছের ডিম উৎপাদন করে নেন। মেদিনীপুর, বাঁকুড়া

জেলায় অসমান জমিতে বাঁধ দিয়ে বৃষ্টির জল ধরে এ'রা **বাঁধ-পুকুর** তৈরী করেন (চিত্র : 14.3)।

এতে বড় মাছ ডিম পারে এবং তা থেকে ডিমপোনা তৈরী হয়। আজকাল মাছের নিজ দেহ থেকে তৈরী **পিটুইটারী হরমোন** লেজের উপরে চওড়া মোটা জায়গায় ইনজেকসান দিয়ে পোনা মাছকে বদ্ধ জলে ডিম পাড়তে বাধ্য করা হয়†। সেই ডিম ফুটিয়ে ডিমপোনা বিক্রি করা যেতে পারে বা তা থেকে চারাপোনা তৈরী করে বাজারে বিক্রি করা যেতে পারে। এতে লাভ অনেক বেশী।

হাপা বা **মশারী জলাধার** (Happa) : ডিম্বগুলিকে নিরাপদে ফুটতে দেবার জন্যে মার্কিন কাপড়ের মশারী তৈরী করে তাকে উল্টো করে খুঁটিতে বেঁধে জলে ডুবিয়ে দিতে হয়। এরপর আর একটি সূক্ষ্ম জালের মশারী একইভাবে উল্টে কাপড়ের মশারীর মধ্যে বেঁধে দিলে **ডবল হাপা** (চিত্র : 14.1) তৈরী হয়। এবার ভিতরের মশারীতে ডিম ছেড়ে তাকে ফুটতে দেওয়া হয়। এই ধরনের ব্যবস্থাকে **মশারী জলাধার** বা **হাপা*** বলে। সাধারণত কার্পজাতীয় মাছ আঠালো ডিম পাড়ে বলে আটকে থাকায় সুবিধার জন্যে ঝাউ গাছের ছোট ছোট ডাল কেটে হাপায় দেওয়া হয়।



চিত্র : 14.1 ডিম ফোটাবার জন্যে একটি ডবল হাপা

হাপা লম্বায় 6 ফুট, চওড়ায় 4 ফুট এবং উঁচুতে 3 ফুট। আসল পুকুরের কাছাকাছি জলের মধ্যে খুঁটি পুঁতে হাপাকে এমনভাবে খাটাতে হবে যাতে নীচের অংশ জলে ডুবে থাকে। হাপাকে টানটান রাখবার জন্য নীচে প্রয়োজন মতো ইটের টুকরো বা আস্ত ইট বেঁধে দিতে হবে। চারাপোনা তৈরীর জন্য নির্দিষ্ট হাপার উপরে চাপা না দিলেও প্রজনন ক্ষেত্র হিসাবে ব্যবহৃত হাপার উপরে কাপড়ের চাপা দিতে হবে নইলে মাছগুলি লাফিয়ে পালাতে পারে (চিত্র : 14.2)।

যাইহোক ছোট চাষীর কাছে হাপা ব্যবহারের সবচেয়ে সুবিধা হল এতে খুব কম করে 99 শতাংশ ডিমপোনাকে বাঁচান সম্ভব হয়।

---

† এই পদ্ধতিকে **হাইপোফাইজেসান** (Hypophysation) বলে। স্ত্রী মাছকে দুটি মাত্রায় ইনজেক্সান দিতে হয়—একবার **বিকালে** ও একবার **সন্ধ্যায়**। পুরুষ মাছকে সন্ধ্যাবেলা মাত্র একবার ইনজেকসান দিতে হয়। স্ত্রীকে প্রথম মাত্রায় প্রতি কেজি ওজনের জন্য 3-5mg এবং দ্বিতীয় 5-8mg মাত্রায় দিতে হয়। প্রতি কেজি ওজনের জন্য পুরুষের কেবল 3 mg. দরকার হয়। কৃতী বিজ্ঞানীত্রয়—**ইয়ালো, গুইলেমিন ও স্যালী** (Yalow, Guillemin and Schally, 1977) পিটিইটারী গ্রন্থিকে নিয়ন্ত্রণকারী মস্তিষ্কের **হাইপোথালামিক হরমোনের** ক্রিয়াকলাপ প্রদর্শন করে **নোবেল পুরস্কার** বিজয়ী হয়েছেন।

* মনে রাখতে হবে কাপড়ের হাপা খুব শীঘ্র পচে যায়। তাই এতে খরচও বেশী পড়ে। ব্যবসায়িক ভিত্তিতে ডিমপোনা বা চারাপোনা পুষতে হলে উপযুক্ত ছোট ছোট বিশেষ পুকুরের ব্যবস্থা করা দরকার।

এইভাবে উৎপন্ন ডিমপোনাকে একই পদ্ধতিতে বড় করে চারাপোনা তৈরী হয়। চারা পোনাকে পরে ইচ্ছা মতো **আঁতুড় পুকুর** বা **নার্শারী পুকুরে** (Nursery tank) রেখে 4'5 ইঞ্চির মতো বড় করে বাজারে বিক্রি করা হয় এতে প্রচুর দাম পাওয়া যায়। সুযোগ সুবিধে থাকলে চারা মাছগুলিকে বড় পুকুরে ছেড়ে তাদের আরও বাড়তে দেওয়া যেতে পারে।

এই প্রসঙ্গে মনে রাখতে হবে প্রতি মাসে মাছের উপযুক্ত পরিচর্যা প্রয়োজন। তাছাড়া পুকুরের আগাছা সাফ করে নিয়মিত মাছের স্বাস্থ্য ও বৃদ্ধির হার পরীক্ষা করতে হবে।



চিত্র : 14.2 ওপরের চাপা সহ চারাপোনা প্রতিপালনের হাপা

বাঁধ পুকুর ও তার সুবিধা : আগেই বলা হয়েছে মেদিনীপুর ও বাঁকুড়া জেলায় বাঁধপুকুর (চিত্র : 14.3) তৈরী করে মাছ চাষ করার রেওয়াজ আছে। এই পদ্ধতিতে উঁচু জায়গায় একটা পুকুর থাকে। তার কাছেই নীচু জমিতে বড়সর একটা মজবুত বাঁধ দেওয়া বাঁধ পুকুর তৈরী করা হয়। বাঁধ পুকুরের দুটি অংশ—একটি গভীর অংশ ও তার চারদিকে অগভীর অংশ। বৃষ্টির জল উপরে ধরে রাখা হয়, বর্ষার সময় ঘোলা জল উপচে গড়ানে জায়গা দিয়ে বাঁধ পুকুরে নেমে আসে। গভীর অংশ উপচে ক্রমশঃ সেই জল অগভীর অংশ ছাপিয়ে বাঁধ পুকুরের ঢালু অংশে অবস্থিত চেরা মাধ্যমে বুলান দিয়ে বেড়িয়ে যায়। বর্ষার আগে ডিম পাড়তে দেওয়া মাছগুলিকে গভীর অংশে ছাড়া হয়। বর্ষায় তারা অগভীর অংশে উঠে আসে। বর্ষার জলে অক্সিজেনের পরিমাণ বেশী থাকায় বাঁধ পুকুরের মাছ প্রাণচঞ্চল হয়ে ওঠে এবং প্রজননে উৎসাহিত



চিত্র : 14.3 বাঁধপুকুর

* এক কাঠা মাপের ছোট ডোবাকে আঁতুর পুকুরে রূপান্তরিত করা সুবিধাজনক। ডোবাটির গভীরতা 4 ফুটের মতো হওয়া দরকার। বর্ষার 3/4 মাস সময়ই কেবল আঁতুর পুকুর দরকার হয়। ডিমপোনা ছাড়ার আগে আঁতুর পুকুর যাতে শোধন হয় এবং ডিম পোনা ছাড়ার পর যাতে বাচ্চা পোনা বাড়ার উপযোগী নিয়মিত খাবার পায় সেদিকে সজাগ দৃষ্টি রাখতে হবে। এক কাঠা আঁতুড় পুকুরে 20,000 ডিম পোনা ছাড়া যেতে পারে। প্রায় 15,000 ডিম ধরে এমন 1 আউন্স কুনকের মাপে বাজারে ডিম পোনা বিক্রি হয়।

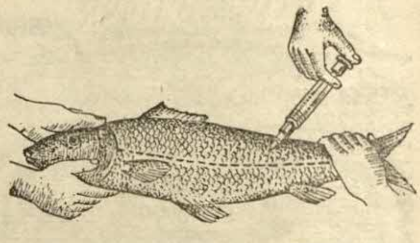
হয়। প্রজননের পরে স্ত্রী মাছ ডিম পাড়তে শুরু করে। একদিন পরেই ডিম ফুটে **ডিম পোনা*** (Spawn) তৈরী হয়ে যায়। ভাবতে অবাক লাগলেও একথা সত্য যে মাত্র এক জোড়া স্ত্রী-পুরুষ মাছ রাখলেই তার ডিম থেকে প্রায় 10,000 চারা মাছ পাওয়া যায়।

মৎস্যচাষ পদ্ধতির সারাংশ

(1) **"বর্ষার প্রারম্ভ—মাছ চাষ আরম্ভ"**—এই সমস্ত বাক্যটি মাছ চাষীর কাছে খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কারণ বর্ষাকালই হল মাছ চাষ করার প্রকৃষ্ট সময়। ইতিমধ্যে আঁতুর পুকুর তৈরী রাখা প্রয়োজন। পুকুরে সবুজকণা বা প্রাণিকণা (**ফাইটোপ্ল্যাংটক ও জুওপ্ল্যাংটন**) ভালভাবে জন্মালে বিঘা প্রতি জলে 2—3 লাখ ভাল জাতের ডিম পোনা ছাড়া যায়। ডিম পোনা ছাড়ায় আগের দিন বিঘা প্রতি জলে 2.4 kg. সাবান গরম জলে ফুটিয়ে ঠাণ্ডা করে 7·2 kg. তেলের সঙ্গে মিশিয়ে জলে ছিটিয়ে দিতে হয়। এতে অবাঞ্ছিত পোকা-মাকড় মরে যায়। তেল সাবানের পরিবর্তে 28—30 লিটার কেরোসিন ছিটিয়ে দিলেও একই ফল হয়। পুকুর তৈরীর 7—8 দিনের মধ্যেই ডিম পোনা ছাড়তে হবে—নইলে খাদ্য কণা কমে যাবে আনুপাতিকভাবে ফলনও কমবে।

(2) ডিমপোনা ছাড়ার অন্ততঃ 5 দিনের মধ্যে পুকুরে জাল টানা চলবে না। পরে অবশ্য ¼" ফাঁসের জাল টানা চলবে। মাঝে মাঝে পরিপুরক খাদ্য দিতে হবে।

(3) মাছকে প্রজননে উদ্দীপ্ত করতে আগ্রহী চাষীকে এই সময়েই প্রজননক্ষম স্ত্রী-পুরুষ মাছ, পিটুইটারী গ্রন্থি, হাপা, ইনজেকসানের সাজ সরঞ্জাম সংগ্রহ করতে হবে। বৃষ্টির দিনে জলের উষ্ণতা 27°—30° হলে প্রজননক্ষম সম ওজনের একটি স্ত্রী ও দুটি পুরুষ মাছ হাপায় রাখতে হবে, সন্ধ্যায় ঠিক আগে স্ত্রী মাছকে প্রাথমিক ইনজেকসান দিতে হবে। প্রথমে পিটুইটারী গ্রন্থি নিয়ে কাচের পাত্রে পিষে পরিমাণ মতো পরিশ্রুত জল মেশাতে হবে। পরে কাচের টিউবে করে সেন্ট্রিফিউজ মেশিনে 2 মিনিট ঘুরিয়ে তলানী বাদ দিয়ে হরমোন গোলা জল সিরিঞ্জে নিয়ে মাছের পিছনের দিকে অর্থাৎ পুচ্ছপাখনা ও পৃষ্ঠ পাখনার মাঝা মাঝি স্থান স্পর্শেন্দ্রিয় পার্শ্বরেখা ছেড়ে 60° কোণ করে ইনজেকসান দিতে হবে (স্ত্রী মাছকে প্রতি কেজি ওজনের জন্য 2—3 মিলিগ্রাম হরমোন জল ইনজেকসান দেওয়া দরকার। 6 ঘণ্টা পর ঐ স্ত্রী মাছটিকে আবার কেজি প্রতি 5—7 মিলিগ্রাম হরমোন গোলা জল আগের বারের উল্টোদিকে ইনজেকসান দিতে হবে। এর পর পুরুষ মাছটিকেও কেজি প্রতি 2—3 মিলিগ্রাম হরমোন গোলা জল ইনজেকসান দিয়ে স্ত্রী মাছের সঙ্গে একই হাপায় রাখলে 5—6 ঘণ্টা পরে প্রজনন ক্রিয়া সমাপ্ত হবে। প্রজননের 4—5 ঘন্টা পর নিষেক ডিম্বাণুগুলি প্রতি হ্যাচিং হাপায় 2—3 লিটার (50,000—75,000) করে ছেড়ে দিতে হবে। 1 দিন পর ভিতরের হাপা সরিয়ে নিয়ে 3 দিন পর বাচ্চাগুলোকে আঁতুড় পুকুরে স্থানান্তরিত করা দরকার।



চিত্র : 14.4 পিটুইটারী হরমোন ইনজেকসান দেবার পদ্ধতি

(4) মাছের বৃদ্ধি যাতে ব্যাহত না হয় সেজন্য পুকুরে সার, চুন ও পরিপূরক খাদ্য আগের অনুপাতেই দিয়ে যেতে হবে।

(5) বাগদা, ভাঙ্গন, পার্শে প্রভৃতি মাছের বৃদ্ধি অব্যাহত রাখতে বিঘাপ্রতি 3 কেজি সুপার ফসফেট ও পরিপূরক খাদ্য অর্থাৎ খইল 60%, মাছের গুঁড়ো 30% এবং চালের কুঁড়ো 10% মিশিয়ে পুকুরে দিতে হবে।

* নদী থেকে সংগৃহীত হলে তাতে অনেক অবাঞ্ছিত ডিমপোনা থেকে যায়। বাঁধ পুকুরের সব চেয়ে সুবিধা হল এতে কেবল বাঞ্ছিত ডিমপোনাই পাওয়া যায়।

14.6. ভেড়িতে মাছ চাষ [Pisciculture in catchment Tank]

ভেরি মাছ চাষের পক্ষে উৎকৃষ্ট স্থান। নদীর আশপাশের নীচু জমিতে বর্ষার সময় নদীর জলের সঙ্গে অনেক পূর্ণবয়স্ক পোনা মাছ ঢুকে পরে (চিত্র ঃ 14.5)। নদীর জল নেমে গেলেও মাছগুলি ওখানেই থেকে যায় এবং জননের পরিবেশ পেয়ে ডিম ছাড়তে শুরু করে। ডিম থেকে ওখানেই ডিমপোনা তৈরী হয়। এই সব ডিমপোনা সরাসরি বাজারে বিক্রি করে প্রচুর লাভ হয়। কেননা ভেড়িতে মাছ কিনে পোষার দরকার হয় না, নদীর মাছ এখানে আপনা আপনি চলে আসে। বড় বড় ভেড়িগুলিতে বাঁধ দিয়ে ডিমপোনা, চারাপোনা এমনকি পূর্ণ বয়স্ক মাছ তৈরী করে বাজারে বিক্রি করা অধিকতর লাভজনক। তাই ভেরি অত্যন্ত মূল্যবান সম্পত্তি।



চিত্র ঃ 14.5 ভেড়িতে মাছচাষ

আজকাল সিমেন্টের তৈরী আয়তক্ষেত্রাকার একাধিক চৌবাচ্চা বানিয়ে মাছচাষের উদ্যোগ আয়োজন চলছে। সাফল্য এলে মাছের যোগান যেমন বাড়বে তেমনি আসবে আর্থিক স্বাচ্ছন্দ্য।

14.7. বাড়ীর চৌবাচ্চায় মাছ চাষ [Pisciculture in House Tank]

বাজারে আকাশ ছোঁয়া মাছের দর ও দৈনিক বাজারে যাবার ঝামেলা এড়াতে অথবা পুরোপুরি সখ মেটাতে অনেকেই আজকাল বাড়ীর চৌবাচ্চায় মাছ পোষেন। চারামাছ কিনে এনে পোষার রেওয়াজই বেশী। তবে বিশেষ ধরনের চৌবাচ্চা বানিয়ে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে বাড়ীর চৌবাচ্চাতেই মাছ চাষ করে বাড়ীর চাহিদা মেটানো অনেকের পক্ষেই সম্ভব। আমেরিকান রুই, তিলাপিয়া, প্রভৃতি ছাড়াও কই, মাগুর, সিঙ্গি প্রভৃতি জিয়ল মাছের চাষ এইভাবেই বাড়ীতে করা যেতে পারে। তিলাপিয়া মাছ 3 মাস বয়স থেকে দু'মাস পর পর ডিম পাড়তে থাকে। তাই 5-6টি মাছ ছাড়লেই তা থেকে প্রচুর মাছ পাওয়া যায়।

এইভাবে মাছ চাষের জন্য পরস্পর নল দিয়ে যুক্ত 5 ফুট গভীর পাশাপাশি তিনটি চৌবাচ্চা বানাতে হয়। প্রথম চৌবাচ্চায় **বড় মাছ** ছাড়তে হয়। এরা ডিম পাড়লে নীচের দিকে লাগানো $\frac{1}{2}$" ব্যাসের নলের ভিতর দিয়ে জলের টানে ডিমগুলি দ্বিতীয় চৌবাচ্চায় চলে আসে। সেখানে ডিম ফুটে বাচ্চা হয় এবং তারপর **ডিমপোনাগুলি** সেখানেই বাড়তে থাকে।

দ্বিতীয় ও তৃতীয় চৌবাচ্চার মধ্যের সংযোগনল কাপড় দিয়ে বন্ধ রাখতে হয়। পোনা একটু বড় হলে কাপড় খুলে দিলে সেগুলি তৃতীয় চৌবাচ্চায় চলে যায়। সেখানেই **চারাপোনা** ক্রমশঃ খাবার উপযোগী হয়ে ওঠে। ডিম-পোনার জন্য মাঝের চৌবাচ্চাটি ছোট (অন্ততঃ 2 ফুট) হলেও চলে, কিন্তু প্রথম ও তৃতীয় চৌবাচ্চা একটু বড়সর (অন্তঃ 4 ফুট) মাপের হওয়া দরকার যাতে মাছ ইচ্ছা মতো খেলে বেড়াবার সুযোগ পায়। এতে মাছ তাড়াতাড়ি বেড়ে উঠতে পারে। তাছাড়া এই চৌবাচ্চায় বড় মাছ না থাকায় চারা মাছগুলি নির্বিঘ্নে বড় হবার সুযোগ পায়। চৌবাচ্চার উপরটা তারের ঘন জাল দিয়ে ঢাকার ব্যবস্থা করতে হয়।



চিত্র : 14.6 বাড়ীর চৌবাচ্চায় মাছ চাষ পদ্ধতি

চৌবাচ্চায় মাছের খাদ্য হিসাবে ঘুঁটের গুঁড়ো, সরষের খোল, গমের ভূষি, ছাতু, চালের ক্ষুদ ও শুঁটকি মাছ গুঁড়িয়ে একটি মাটির পাত্রে রেখে পাত্রটিকে উপর থেকে ঝুলিয়ে জলের মধ্যে ডুবিয়ে দিতে হয়। এতে অল্প অল্প করে খাবার জলে মিশে যায়। বাড়ীর উচ্ছিষ্ট খাবারও একইভাবে চৌবাচ্চায় দেবার ব্যবস্থা করা যেতে পারে।

14.8. মৎস্য সংরক্ষণ [Fish preservation]

শুধু মাছের উৎপাদন বাড়ালেই মৎস্য চাষের উদ্দেশ্য সিদ্ধ হয় না। মাছের যথাযথ সংরক্ষণও অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। মাছ সংরক্ষণের জন্য সুযোগ সুবিধে মতো বিভিন্ন পন্থা অবলম্বন করা হয়।

(1) **বরফে সংরক্ষণ :** মাছ ধরার পর সেগুলিকে বাজারে পাঠাতে যথেষ্ট সময় লাগে। এই সময়ের মধ্যে যাতে মাছ পচে না যায় সেজন্য বরফের মধ্যে মাছকে রেখে দিতে হয়। বর্ষায় মাছ ধরার মরসুমে জেলে নৌকোকে যাতে প্রয়োজনমতো বরফ সরবরাহ করা যায় সেজন্য বরফের নৌকো ঘুরে বেড়ায়।

(2) **দূর বাজারে পাঠাবার সময় সংরক্ষণ :** দূরে মাছ পাঠাবার জন্য বড় ঝুড়ি বা প্যাকিং বাক্স ব্যবহার করতে হয়। নীচে মোটা করে বরফের টুকরো বিছিয়ে তার উপরে মাছ রেখে পর্যায়ক্রমে বরফ ও মাছ সাজাতে হয়। এইভাবে থাকে থাকে মাছ সাজিয়ে সবার উপরে আবার মোটা করে অন্ততঃ 6 ইঞ্চি পুরু বরফের আস্তরন দিতে হয়।

(3) **হিমঘরে অর্থাৎ কোল্ড স্টোরেজে সংরক্ষণ :** মাছকে হিমঘরে বহুদিন সংরক্ষণ করা যায়। বাড়ীর রেফ্রিজারেটরে রাখলেও মাছ 5-6 দিন ভাল থাকে।

(4) **শুকিয়ে সংরক্ষণ :** সংরক্ষণের জন্য প্রয়োজন মতো বরফ না পাওয়া গেলে পর্যাপ্ত মাছ সংরক্ষণের জন্য মাছকে শুখিয়ে জলশূন্য করার ব্যবস্থা করা হয়। সমুদ্রোপকূলবর্তী অঞ্চলে এইভাবে মাছকে শুকিয়ে নেবার বন্দোবস্ত আছে। শুকনো মাছ বহুদিন খাবার উপযুক্ত থাকে। বাজারে শুখনো মাছ কিনতে পাওয়া যায়।

(5) **লবণ প্রয়োগে সংরক্ষণ :** বরফের অভাবে আর একভাবে মাছ সংরক্ষণ করা

হয়। এই পদ্ধতিতে মাছকে টুকরো টুকরো করে লবণে জারিয়ে নিতে হয়। এভাবেও মাছ অনেকদিন ভাল থাকে। লবণ প্রয়োগে সংরক্ষিত **লোনা ইলিশ** বাজারে কিনতে পাওয়া যায়।

14.9. মৎস্যচাষ বিভাগ [Fishery Department]

মৎস্যচাষ বিভাগ কৃষি বিভাগেরই একটি শাখা। আমাদের দেশে মাছের অভাব দূর করার উদ্দেশ্যে সরকারী উদ্যোগে মৎস্যচাষ বিভাগ স্থাপিত হয়েছে। মৎস্য চাষ বিভাগ নিম্নলিখিত কার্যক্রম পরিচালনা করেন ঃ—

(1) জনসাধারণকে মাছ চাষে উৎসাহ দান। (2) মাছ চাষ বাড়ানোর জন্য দেশের বিভিন্ন অঞ্চলে পুকুর, বাঁধ সংরক্ষণের ব্যবস্থা। (3) গ্রামে গ্রামে জেলে সমবায় সমিতি গঠন করে মাছ চাষে উদ্বুদ্ধ করা। (4) জাল ও অন্যান্য সাজসরঞ্জাম—এমন কি অর্থ সাহায্যের প্রতিশ্রুতি দান। (5) সুন্দরবন অঞ্চলে ভেড়ী, মোহনা, প্রভৃতিতে মাছ চাষ করার জন্য ঐ সব জলাশয় সন্তোষজনক শর্তে বন্দোবস্ত দান। (6) ডিম পাড়ার সময় (বিশেষতঃ ইলিশ মাছের) মাছ না মারতে দেবার জন্য আইন প্রণয়ন। (7) মাছ চাষের উন্নতির জন্য গবেষণা কেন্দ্র স্থাপন। (8) বৈজ্ঞানিক উপায়ে ডিমপোনা উৎপাদন করে অল্প মূল্যে চাষীর কাছে সরবরাহ। (9) গভীর সমুদ্রে মাছ ধরার ব্যবস্থা ক'রে বাজারে মাছের অভাব মোচন। (10) মাছের সুলভ মূল্য বজায় রাখার জন্যে প্রয়োজনমতো সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ।

14.10. ধানের ক্ষতিকারক সাধারণ কীটপতঙ্গ (পেস্ট) [Common pest of Paddy]

উদ্ভিদ ও উৎপন্ন ফসল নষ্টকারী কীটপতঙ্গকেই কৃষি প্রাণিবিদ্যার ভাষায় **পেস্ট** বলা হয় (চিত্র ঃ 14.7)। মাঠে ফসল উৎপাদনের বিভিন্ন পর্যায়ে এরা হামলা করে, এমন কি গুদামজাত হবার পরেও এদের হাত থেকে ফসল বাঁচানো অনেক সময় কষ্টসাধ্য হয়ে পড়ে। নীচে ধানের পক্ষে ক্ষতিকর দুটি সাধারণ পেস্টের আলোচনা করা হল।

A. ধানের মাজরা পোকা (Paddy stem borer) ঃ

ধানের ক্ষতিকারক পোকাগুলির মধ্যে মাজরা পোকা বা **ট্রাইপোরাইজা ইনসারটুলস*** (*Tryporyza incertulus*) ধান গাছের চরম ক্ষতি করে।

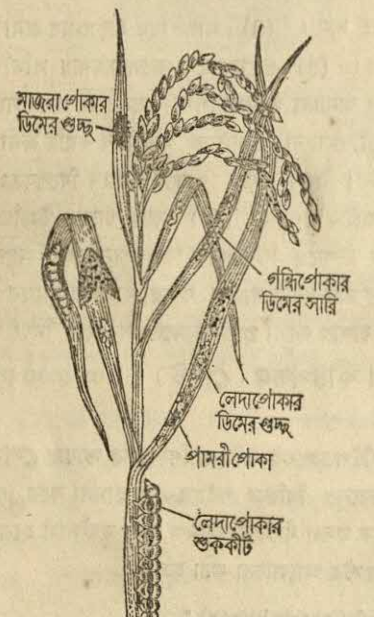
এই পোকার লার্ভা দশাই কেবল ধান গাছকে আক্রমণ করে। লার্ভা ধান গাছের তাজা ডাঁটায় ছিদ্র করে ভিতরে চলে যায় এবং কচি মজ্জা অংশ খেয়ে ফেলে। এতে ধান গাছের কাণ্ড ও পাতা শুখিয়ে যায় এবং গাছ ক্রমশঃ মরে যায়। এই পোকার আক্রমণে ভারতে প্রতি বছর প্রায় 10 কোটি টাকা মূল্যের ধান নষ্ট হয়। ফাল্গুন-চৈত্র থেকে কার্ত্তিক-অগ্রহায়ণ মাস পর্যন্ত এরা বেশ সক্রিয় হয়ে ওঠে। শীতকালে এরা ধান গাছের পরিত্যক্ত গোড়ায় অথবা বুনো ঘাসের মধ্যে পিউপা দশায় কাটিয়ে দেয়।

সনাক্তকরণ (Identification) ঃ মাজরা পোকার মুখের রং ধূসর। হলদে রং-এর সামনের ডানাগুলিতে একটি করে কালো সুস্পষ্ট দাগ থাকে। কিন্তু পিছনের

* এটি আগে সিনোবিয়স ইনসারটুলস (*Schoenobius incertulus*) নামে পরিচিত ছিল। এটি কেবল ধান গাছেরই ক্ষতি করে বলে একে **একভোজী** বা **মোনোফ্যাগাস** (Monophagus) পেষ্ট বলে।

ডানাগুলি সাদা। মাজরা পোকার মথের আকার 1 সেমি থেকে $1\frac{1}{4}$ সেমি. হয়। মাজরা পোকার পূর্ণাঙ্গ লার্ভার দৈর্ঘ্য 2 সে.মি.-এর মতো ; মাথার রং কমলা, দেহ ফিকে হলদে বা পাণ্ডুর। জানুয়ারী থেকে মার্চ মাসের মধ্যে বোরো ধান এবং জুন মাস থেকে নভেম্বর মাস পর্যন্ত আউস ও আমন ধান এদের দ্বারা আক্রান্ত হয়।

জীবন-ইতিহাস (Life-history) **:** প্রাচ্যের সমস্ত ধান উৎপাদনকারী অঞ্চলেই এর প্রাদুর্ভাব ঘটে। স্ত্রীমথ রাত্রে ধান গাছের পাতার মধ্যশিরার দু'পাশে একসঙ্গে প্রায় 600



চিত্র : 14.7 ধানের পক্ষে ক্ষতিকর কয়েকটি পেস্ট

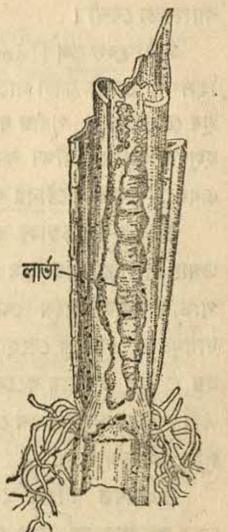


চিত্র : 14.8 ধান পাতার মাজরা পোকার ডিমের গুচ্ছ

ডিম পারে। এক এক গুচ্ছে 60—100টি ডিম রেখে একটি রোমশ হলদে আবরণ রচনা করে (চিত্র : 14.8) স্ত্রীমথ পালিয়ে যায়। পাঁচ মিনিটের মধ্যেই ডিম ফুটে লার্ভা বেড়োয়। এরা দু' একদিন ধানের কচি পাতা খেয়ে বেঁচে থাকে। এই সময় এরা পাতায় চলে বেড়ায়। দরকার হলে সিল্কের মতো সূতো তৈরী করে এক গাছ থেকে অন্য গাছে চলে যায়। এরপর কাণ্ডে গর্ত করে এরা ভিতরে চলে যায় (চিত্র : 14.9)। সেজন্য এই পোকার নাম হয়েছে **স্টেম বোরার**। বছরে তিনবার মাজরা পোকার আক্রমণ ঘটতে পারে। পরিণত লার্ভার দৈর্ঘ্য 2.5 সেমি.-র মতো। চার থেকে পাঁচ সপ্তাহ লার্ভা দশা চলে। কাণ্ডের মধ্যেই লার্ভা পিউপায় রূপান্তরিত হয়। এই দশা 8—10 দিন চলে। পিউপা ক্রমশ পূর্ণাঙ্গ মাজরা পোকায় রূপান্তরিত হয়। পরিণত পিউপা গুটি কেটে বাইরে বেরিয়ে আসে এবং নতুন করে ডিম পাড়তে শুরু করে। মাজরা পোকার জীবনচক্র সম্পূর্ণ করতে সময় লাগে প্রায় 6—7 সপ্তাহ।

ক্ষতির প্রকৃতি (Nature of damage) : আগেই বলা হয়েছে মাজরা পোকার লার্ভা কাণ্ডে ছিদ্র করে ভিতরে চলে যায় এবং মজ্জা অংশ খেতে শুরু করে। এতে আক্রান্ত অংশের উপরের কাণ্ডাংশ ঝুলে পড়ে এবং শুখিয়ে যায়। ফুল আসার মুখে আক্রান্ত হলে গাছে **শীষ** (ear head) বেরোয় না বা বেরিয়ে গেলেও শীষ চিটে হয়ে যায়।

দমন পদ্ধতি (Control measure) : ধানের কাণ্ডের ভিতরে বাস করে বলে মাজরা পোকা দমন করা কষ্টকর। কারণ ওষুধ প্রয়োগ করলেও তা সরাসরি দেহের সংস্পর্শে না আসায় এদের তেমন ক্ষতি হয় না। যাইহোক নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলি অনুসরণ করলে সুফল পাওয়া যায়।



চিত্র : 14.9 কাণ্ডের ভিতরে অবস্থানরত মাজরা পোকায় লার্ভা

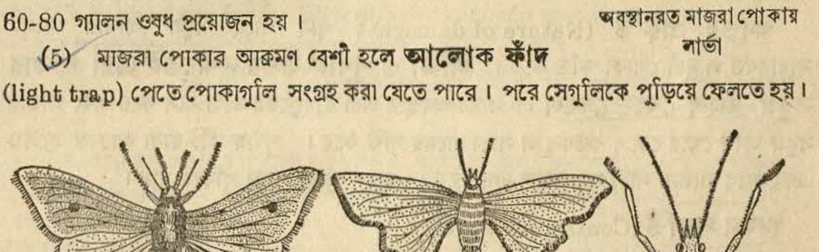
(1) ধান কাটার পর চাষ দিয়ে আক্রান্ত ধান গাছের গোড়াগুলি তুলে পুড়িয়ে ফেলতে হবে।

(2) ডিমসুদ্ধ পাতাগুলি সংগ্রহ করে তা নষ্ট করে ফেলতে হবে। এটি কেবল নার্শারীর ক্ষেতেই সম্ভব।

(3) ধান রোয়ার আগে চারাগাছগুলিকে 0·1% ডিডিটি গোলা জলে ডুবিয়ে নেওয়া যেতে পারে।

(4) রোয়ার পরে চারাগুলির উপরে বা পরিণত গাছে 0·025% **প্যারাথিয়ন** বা 0·08% **এনড্রিন** বা **ফলিডল ঈ-605** ছিটানো যেতে পারে। এক একর জমিতে প্রায় 60-80 গ্যালন ওষুধ প্রয়োজন হয়।

(5) মাজরা পোকার আক্রমণ বেশী হলে **আলোক ফাঁদ** (light trap) পেতে পোকাগুলি সংগ্রহ করা যেতে পারে। পরে সেগুলিকে পুড়িয়ে ফেলতে হয়।



চিত্র : 14.10 ধানের ক্ষতিকর পেস্ট ; A—মাজরা পোকা ; B—শিষকাটা পোকা (সিরফিস) ; C—লেদা পোকা (স্পোডপটেরা) ; D—পামরী পোকা (হিসপা) ; E—পুরুষ শ্যামাপোকা ; F—গন্ধিপোকা (লেপটোকোরাইজা)

B. ধানের পামরী পোকা (Rice Hispa) :

ধান গাছের অন্যান্য ক্ষতিকর পোকা-মাকড়ের মধ্যে **পামরী পোকা** বা **হিসপা**

আরমিগেরা (*Hispa armigera*) উল্লেখযোগ্য (চিত্র : 14.10 D)। পশ্চিমবঙ্গ, বিহার, আসাম, ওড়িশা, মধ্যপ্রদেশ, অন্ধ্রপ্রদেশ, তামিলনাড়ু, কেরালা, কর্ণাটক, পাঞ্জাব প্রদেশে এর ব্যাপকতা বেশী।

সনাক্তকরণ (Identification) : প্রায় কালো বা গাঢ় নীল রংএর চতুর্ভুজাকৃতি হিসপার ডানায় কাঁটা থাকে। সারা ক্ষেতে এরা দলবদ্ধভাবে ঘুরে বেড়ায়। এদের বাচ্চা খুব ছোট হয়। পূর্ণাঙ্গ দশায় এদের দৈর্ঘ্য দাঁড়ায় 2.5 থেকে 3 মিলিমিটার। আক্রান্ত পাতার হলুদ দাগগুলি পরীক্ষা করলে লার্ভা পাওয়া যায়। জানুয়ারী থেকে এপ্রিল বোরো ধান এবং মে থেকে অক্টোবর আউস ও আমন ধান পামরী পোকায় আক্রান্ত হয়।

জীবন-ইতিহাস (Life-history) : স্ত্রী পামরী পোকা একটা একটা করে পাতার ডগায় সাদা রং-এর ডিম পাড়ে। ডিম ফুটে 4-5 দিনের মধ্যেই লার্ভা* তৈরী হয়। লার্ভা পাতার সবুজ অংশ খেতে শুরু করে। লার্ভার দেহ চ্যাপ্টা, রং হলুদ বা সাদা এবং কাল দাগযুক্ত। লার্ভার দেহে তিন জোড়া পা থাকে। লার্ভা পাতার মধ্যেই পিউপায় রূপান্তরিত হয়। এই অবস্থায় কয়েকদিন কাটাবার পর পিউপা পূর্ণাঙ্গ কীট বা বিটল্-এ রূপান্তরিত হয়। এরা পাতার সবুজ অংশ খেয়ে জীবনধারণ করে, যার ফলে পাতার উপরে সমান্তরাল কতকগুলি সমান দাগ পড়ে। প্রায় দু সপ্তাহের মধ্যেই পামরী পোকার জীবন-চক্র সম্পূর্ণ হয়।

সাধারণত এপ্রিল থেকে নভেম্বরের মধ্যে পামরী পোকার প্রাদুর্ভাব ঘটে। এরা অনেক সময় দলবদ্ধভাবে সারা ক্ষেতকে আক্রমণ করে। পূর্ণাঙ্গ পোকা ঘাসের মধ্যে শীতকালটা কাটিয়ে দেয়।

ক্ষতির প্রকৃতি (Nature of damage) : ধান গাছে ফুল আসার আগেই সাধারণত পামরী পোকা ক্ষতি করে। **লার্ভা ও পূর্ণাঙ্গ উভয় দশাতেই এরা পাতার সবুজ অংশ খেয়ে ফেলে**। বাচ্চা অবস্থায় এরা বহিস্ত্বকের মধ্যে বাস করে এবং পাতার সবুজ অংশ খেয়ে ফেলে কতকগুলি সাদা দাগের সৃষ্টি করে। পূর্ণাঙ্গ কীট দ্বারা আক্রান্ত হলেও একইভাবে পাতায় সাদা সমান্তরাল দাগ পড়ে। ক্রমশ পুরো পাতা শুকিয়ে যায়।

দমন পদ্ধতি (Control measures) :

এই পোকা এত ব্যাপকভাবে সারা মাঠে বিচরণ করে যে, সমস্ত মাঠব্যাপী দমনের ব্যবস্থা না করলে সুফল পাওয়া দুষ্কর। নীচের কয়েকটি পদ্ধতি অনুসরণ করলে উপকার পাওয়া যেতে পারে।

(1) আক্রমণের আগে পামরী পোকা বুনো ঘাসের মধ্যে শীত কাটায়, সুতরাং ধানক্ষেতের আশেপাশের বুনোঘাসে 5% বি. এইচ. সি (B. H. C.) গুঁড়ো একর প্রতি 4 কেজি স্প্রেয়িং মেসিনের সাহায্যে ছেটালে কাজ দেয়।

(2) ধান ক্ষেতের আলে যাতে বুনো ঘাস না জন্মায় সেদিকে দৃষ্টি রাখতে হবে।

(3) ধান তোলার পর ধানের গোড়া তুলে ফেলতে হবে।

(4) রোয়ার সময় চারা গাছগুলির ডগা কেটে বসাতে হবে।

(5) 7 লিটার জলে 1 লিটার পরিমাণ কেরোসিন মিশিয়ে সেই মিশ্রণে লম্বা পাটের দড়ি ভিজিয়ে গাছের উপর দিয়ে টানলে কিছু পোকা মরে যায়।

* এদের লার্ভাকে গ্রাব বলা হয়।

(6) পাতার ডগায় ডিম পাড়ার প্রবণতা থাকে বলে ডগা কেটে ফেললে এর প্রকোপ কমতে পারে।

ক্ষতিকর অন্যান্য পোকা : গন্ধি পোকা (*Leptecorisa*) ; লেদা পোকা (*Spodoptera*) ; শিষকাটা বা ভেঁপু পোকা (*Cirptrisa*) প্রভৃতি ধানের প্রভূত ক্ষতি করে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long answer/Essay type questions]

1. "কৃষি বিজ্ঞান ও প্রাণিবিদ্যা ওতপ্রোত ভাবে জড়িত এবং একে অন্যের পরিপূরক"—ব্যাখ্যা কর। [Agriculture and Zoology are intimately associated with one another and one is dependent on the other"—Explain. [উঃ। 14.1 দেখ]

2. মৎস্য চাষ বলতে কি বোঝ ? কত ধরনের মৎস্য চাষ আছে ? একটি মিঠে জলের ও একটি লোনা জলের মাছের বিজ্ঞান সম্মত নাম লেখ। [What do you mean by pisciculture ? What are the types of pisciculture ? Give the scientific names of one fresh water and one saline water fish. [উঃ। 14.2 ; 14.3 ও 14.4 দেখ]

3. পুকুরে কিভাবে পোনামাছের চাষ করবে সে সম্বন্ধে একটি সংক্ষিপ্ত রচনা লেখ। [Write a short essay on the method of piscicuture in a tank.] [উঃ। 14.5 দেখ]

4. মৎস্য চাষ কাকে বলে ? বিভিন্ন প্রকার খাবার উপযোগী মাছের নাম কর। পশ্চিমবঙ্গে অনুসৃত মৎস্য চাষের সাধারণ পদ্ধতিগুলি প্রধান প্রধান ফসলের পরিপ্রেক্ষিতে বর্ণনা কর। [What is pisciculture ? Name the various fish foods. Describe the common piscicultural practices in West Bengal with reference to major crops.] [উঃ। 14.2; 14.5 (D) দেখ]

5. হাপা বলতে কি বোঝায় ? হাপাকে কিভাবে কাজে লাগান হয় ? হাপার একটি ছবি এঁকে দেখাও ? [What is called Happa ? How is it used ? Draw a sketch of a Happa] [উঃ। 14.5 (D) দেখ]

6. ডিম পোনা কাকে বলে ? আঁতুর পুকুর কি ? আমাদের দেশে কিভাবে ভেড়িতে মাছ চাষ করা হয় ? [What is spawn ? What is nursery tank ? How is pisciculture practiced in our country ?] [উঃ। 14.5 (D) ও 14.6 দেখ]

7. বাড়ীর চৌবাচ্চায় মাছ চাষ করা সম্ভব কি ? পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা কর। [Is pisciculture possible in house tank ? Explain the process.] [উঃ। 14.7 দেখ]

8. মাছ সংরক্ষণ পদ্ধতিগুলি বর্ণনা কর ? [Describe the processes of preservation of fish.] [উঃ। 14.8 দেখ]

9. পেস্ট কি ? দুটি ধানের পেস্টের নাম কর এবং তাদের দ্বারা ক্ষতির বিবরণ দাও। তাদের দমনের জন্য কি কি পন্থা নেওয়া যেতে পারে ? [What is 'pest' ? Mention the names of two paddy pests and state their harmful effects. What measures should be taken to control them ?] [14.10 A ও B দেখ]

10. খাদ্যশস্যের প্রধান পেস্টগুলির বিজ্ঞান সম্মত নাম লেখ। যে কোন একটি পেস্টের ক্ষতির পদ্ধতি এবং তাদের নিয়ন্ত্রণ পন্থাগুলি বর্ণনা কর। [Give scientific names of major pests of cereals. State the nature of damage of one cereal pest and describe different types of control methods of that pest.] [উঃ। 14.10 দেখ]

[B] **সংক্ষিপ্ত উত্তর ভিত্তিক প্রশ্ন** [Short answer type questions.]

11. মৎস্য চাষ কি ? পশ্চিমবঙ্গের প্রধান প্রধান মৎস্য সমূহের বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। [What is pisciculture ? Give the scientific name of major fishes of West Bengal.] [উঃ। 14.2 ও 14.4 দেখ]

12. মৎস্য চাষ পদ্ধতির প্রধান উদ্দেশ্য কি ? [What is the aim of pisciculture ?]
[উঃ। 14.2 দেখ]

13. মৎস্য চাষ বিভাগের কাজ কি ? [What are the functions of fishery department']
[উঃ। 14.9 দেখ]

14. অন্তর্দেশীয় ও সামুদ্রিক মাছ চাষ বলতে কি বোঝ ? দুটি নোনা জলের মাছের নাম কর। [What do you understand by inland fishery and marine fishery ? Give scientific names of two fishes of saline water.] [উঃ। 14.3 ও 14.4 (B)2 দেখ]

15. পিটুইটারী ইনজেকসান দিলে মৎস্য চাষের কি সুবিধা হয় সংক্ষেপে বল। [Briefy state the advantages of giving petuitary hormone injection to the fishes ?]
[উঃ। 14.5 (D) ও সারাংশ দেখ]

16. একটি ডিম পরিস্ফুটন স্থানের বর্ণনা দাও। [Describe a hatchery.]
[উঃ। 14.5 (D) দেখ]

17. একটি ধানের পেস্টের জীবনচক্র বর্ণনা কর। [Describe the life cycle of a paddy pest.] [উঃ। 14.10 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তর ভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (Specific) answer type questions]

18. পেস্ট কাকে বলে ? [What is pest ?] [উঃ। 14.10 দেখ]

19. একটি ডবল হাপার বর্ণনা দাও। [Describe a double happa.] [উঃ। 14.5(D) দেখ]

20. দুটি ডোবার মাছের বিজ্ঞানসম্মত নাম কর। [Give scientific names of two fishes of small ditch.] [উঃ। 14.4 A(2) দেখ]

21. মাজরা পোকার ক্ষতির প্রকৃতি বর্ণনা কর [Describe the nature of damage caused by Stem borer.] [উঃ। 14.10 দেখ]

22. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ [Write short note on] :

(1) হাপা (Happa), (2) মাজরা পোকা (Stem borer), (3) ধানি পোনা (Spawn). (4) মৎস্যচাষ (Pisciculture), (5) ভেরি (Catchment tank), (6) পেষ্ট (Pest)
[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

15 ॥ মানবদেহের সাধারণ নক্সা ॥

Syllabus : General plan of the human body—system and organs. Elementary anatomy of the different systems.

15.1. সূচনা [Introduction]

মানবদেহের সাধারণ নক্সা আলোচনার আগে মানবদেহের কতকগুলি একক, যেমন—**কোষ, কলা, যন্ত্র** ও **তন্ত্র** সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত পূর্বাভাষ অত্যন্ত প্রাসঙ্গিক।

কোষ (Cell) : মানুষসহ সমস্ত জীবদেহের গঠনগত ও কার্যকরী একক **কোষ**।

কলা (Tissue) : সম বা অসম আকৃতির একগুচ্ছ কোষ তৈরী করে **কলা**।

অঙ্গ (Organ) : কলাসমষ্টি একত্রে গঠন করে **অঙ্গ**। প্রতিটি অঙ্গ যে যার নিজের নির্দিষ্ট কাজ করে চলে। অঙ্গের উপরে সাধারণত যোগকলার আচ্ছাদন থাকে এবং প্রতিটি অঙ্গে রক্ত, লিম্ফ ও নার্ভের সরবরাহ বজায় থাকে। হৃৎপিণ্ড, বৃক্ক, যকৃৎ, ফুসফুস প্রভৃতি হল বিভিন্ন প্রকার অঙ্গ।

তন্ত্র (System) : দেহগঠনের সর্বশেষ ও বৃহত্তম একক হল **তন্ত্র**। এক একটি তন্ত্র একাধিক অঙ্গের সমষ্টিমাত্র। মানবদেহ নিম্নলিখিত তন্ত্র দ্বারা গঠিত : (1) কঙ্কালতন্ত্র (Skeletal system), (2) পেশীতন্ত্র (Muscular system), (3) পাচনতন্ত্র (Digestive system), (4) সংবহনতন্ত্র (Circulatory system), (5) শ্বসনতন্ত্র (Respiratory system), (6) রেচনতন্ত্র (Excretory system), (7) এণ্ডোক্রিন তন্ত্র (Endocrine system) (8) জননতন্ত্র (Reproductive system) ও (9) নার্ভতন্ত্র (Nervous system)।

15.2. কঙ্কালতন্ত্র [Skeletal system]

কঙ্কাল প্রধানত দু'ধরনের—**বহিঃকঙ্কাল** (Exoskeleton) এবং **অন্তঃকঙ্কাল** (Endoskeleton)। নখ, চুল, খুর, আঁশ এসব হল বিভিন্ন ধরনের বহিঃকঙ্কাল। দেহের বাইরে এদের অস্তিত্ব চোখে পড়ে। কিন্তু অন্তঃকঙ্কালকে বাইরে থেকে চোখে দেখা যায় না। দেহকে ধরে রাখতে বা দেহের কাঠামো তৈরী করতে অন্তঃকঙ্কাল অপরিহার্য। সেই কারণে অন্তঃকঙ্কালের গুরুত্ব এত বেশী যে অন্তঃকঙ্কালকেই সাধারণত কঙ্কাল বলে চিহ্নিত করা হয়।

A. **কঙ্কালের কাজ** (Functions of skeleton) : সামগ্রিকভাবে কঙ্কালের কাজ হল :—

(1) দেহকে ধরে রাখা।

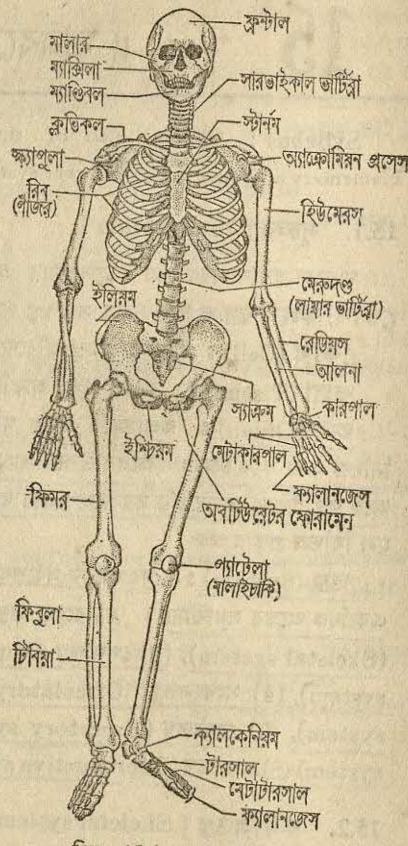
(2) পেশীর সংযোগস্থল নির্দেশ করা।

(3) কতকগুলি দৈহিক অংশকে পেশীতন্ত্রের সাহায্যে কব্জা পদ্ধতিতে (Hinge system) নাড়াচাড়া করতে সাহায্য করা।

(4) কতকগুলি স্পর্শকাতর দেহাঙ্গ, যেমন—মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ড যথাক্রমে **করোটি** (skull) ও **মেরুদণ্ড** (vertebral column) দ্বারা রক্ষা পায়।

B. কঙ্কালের শ্রেণীবিভাগ (Classification of skeletons) : অন্যান্য স্তন্যপায়ীর মতো মানুষের কঙ্কালও নিম্নলিখিত দুটি শ্রেণীতে বিভক্ত :—

I **অক্ষ কঙ্কাল** (Axial skeleton)	করোটি (skull) মেরুদণ্ড (Vertebral column) বক্ষ (Thorax)
II **উপাঙ্গ কঙ্কাল** (Appendicular skeleton)	হস্ত অস্থি (bones of the arms) পদ অস্থি (bones of the legs) হস্ত ও পদ চক্র (Pectoral and pelvic girdles)

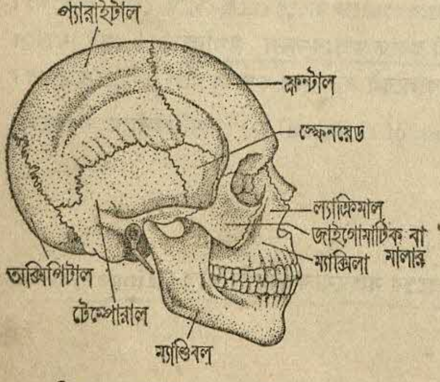


চিত্র : 15,1 মানুষের কঙ্কালতন্ত্র

I অক্ষ কঙ্কাল (Axial Skeleton)
অক্ষ কঙ্কাল **করোটি** ও **মেরুদণ্ড** নিয়ে গঠিত।

করোটি (Skull) : 22টি অস্থির দ্বারা গঠিত করোটি দুটি প্রধান অংশে বিভক্ত :--

(a) **ক্রেনিয়াম (Cranium) :** মস্তিষ্ক রক্ষাকারী এই বাক্সটি পরস্পর খাঁজে খাঁজে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন 8টি চ্যাপ্টা অস্থি দ্বারা গঠিত।



চিত্র : 15.2 মানুষের করোটি বা ক্রেনিয়াম

মানুষের ক্রেনিয়াম তুলনামূলকভাবে বড় কারণ এটি বড়সর মস্তিষ্কের আধার। 1টি করে ফ্রন্টাল (Frontal), অক্সিপিটাল (Occipital), স্ফেনয়েড (Sphenoid) ও এথময়েড (Ethmoid) এবং 2টি করে টেম্পোরাল (Temporal) ও প্যারাইটাল (Parietal) অস্থির সমন্বয়ে করোটিক অস্থি গঠিত।

(b) **মুখমণ্ডলের অস্থি (Facial bones) :** করোটির অন্যান্য 14টি অস্থিকে একত্রে

মুখমণ্ডলের অস্থি বলে। এগুলির মধ্যে জোড়ায় জোড়ায় ল্যাক্রিমাল (Lacrimal), জাইগোমাটিক (Zygomatic). নাসাল (Nasal), ম্যাক্সিলা (Maxilla), ইনফিরিয়র নাসাল কঙ্ক (Inferior nasal conchae), প্যালাটাইন (Palatine) এবং একটি একটি করে থাকে ভোমার (Vomer) ও ম্যাণ্ডিবল।

মেরুদণ্ড (Vertebral column): মানুষের মেরুদণ্ড মোট 33টি বিভিন্ন আকারের কশেরুকা বা ভার্টিব্রা (vertebra) নিয়ে গঠিত। কশেরুকাগুলির মাঝখানে গোলাকার গর্ত থাকে—যার মধ্য দিয়ে সুষুমাকাণ্ড বা স্পাইনাল কর্ড চলে যায়। মানুষের মেরুদণ্ডকে 5টি অঞ্চলে বিভক্ত করা যায় (চিত্র: 15.5)। প্রথম বা সর্বোচ্চ অঞ্চলে গ্রীবা (neck)-য় 7টি **সারভাইকাল** (cervical) কশেরুকা, পরবর্তী বক্ষ (Thorax) অঞ্চলে 12টি **থোরাসিক** (Thoracic) কশেরুকা, কটি (Hip)-তে 5 **লাম্বার** (Lumbar) কশেরুকা, শ্রোণী (Pelvic) অঞ্চলে 5টি **স্যাক্রাল*** (Sacral) কশেরুকা এবং সর্বনিম্ন অঞ্চলে থাকে 4টি ক্ষুদ্রাকার **কক্সিজিয়াল**** (Coccygeal) কশেরুকা। এইভাবে মোট 35টি কশেরুকা মেরুদণ্ড গঠন করে।



চিত্র:15.3 মানুষের মেরুদণ্ডের অস্থিসজ্জা

কশেরুকাগুলির সাধারণ নক্সা মোটামুটি একই রকম হলেও উল্লিখিত 5 বিভাগের অন্তর্গত কশেরুকাগুলির মধ্যে যথেষ্ট আকৃতিগত ও গঠনগত পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। প্রথম দুটি সারভাইকাল কশেরুকা ছাড়া প্রত্যেকটির অগ্রবর্তী অংশকে **দেহ** (body) এবং পশ্চাৎবর্তী অংশকে **ভার্টিব্রাল আর্চ** (vertebral arch) বা **ট্রান্সভার্স প্রসেস** বলে। উভয় অংশের মাঝবরাবর গর্তটি হল **ভার্টিব্রাল ফোরামেন** (vertebral foramen)।

প্রথম কশেরুকাটির নাম **অ্যাটলাস** (Atlas)। এর গঠন আংটির মতো। অক্সিপিটাল কনডাইলের সঙ্গে সংলগ্ন থাকার জন্য এর উপর দিকে থাকে দুটি অবতল অংশ। এরা এমনভাবে পরস্পর সংলগ্ন থাকে যাতে এর সাহায্যেই মাথাটিকে যেদিকে খুসী ঘোরান যায়। অন্যান্য সারভাইকাল কশেরুকাগুলির ট্রান্সভার্স প্রসেস বেশ প্রশস্ত। তাছাড়া কশেরুকা-ধমনীর পথ করে দেবার জন্য এদের প্রত্যেকটিতে থাকে প্রয়োজনমতো গর্ত।

বক্ষ অঞ্চলে 12টি থোরাসিক কশেরুকার সঙ্গে দুদিকে 12টি করে মোট 24টি **পশু´কা** বা **রিব** (Rib) আছে। অঙ্কদেশে অবস্থিত একটি **উরঃফলক** বা **স্টার্নাম** (Sternum)-এর সঙ্গে মিলিত হয়ে এরা একত্রে **বুকের খাঁচা** (Thoracic busket) গঠন করে। এই খাঁচার মধ্যে হৃৎপিণ্ড ও ফুসফুস অবস্থান করে। শ্বসনের সময় বুকের ওঠা নামাকে এই ধরনের সংযোগ

* 5টি স্যাক্রাল একত্রে মিশে গিয়ে স্যাক্রম গঠন করে।

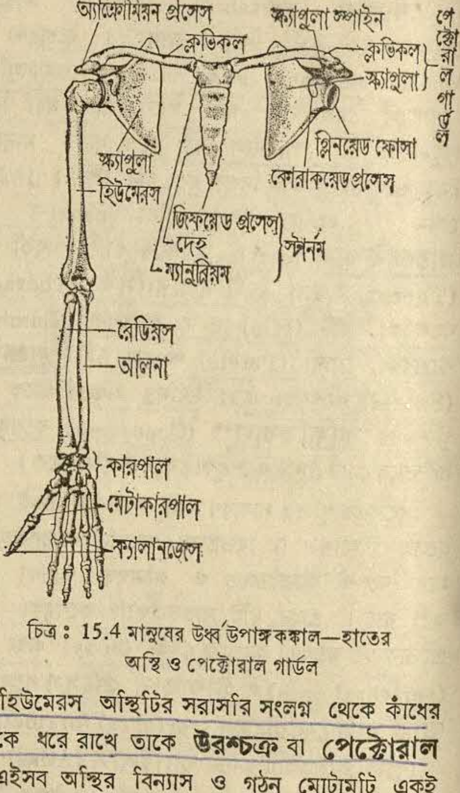
** 5টি কক্সিজিয়ালের মধ্যে উপরের বড়টি পৃথক থাকলেও নীচের 3টি একসঙ্গে জুড়ে যায়।

সাহায্য করে। কটি অঞ্চলের লাম্বার কশেরুকাগুলিতে এই ধরনের পর্শুকা দেখা যায় না। লাম্বার কশেরুকাগুলি থোরাসিক কশেরুকাগুলি থেকে কিছুটা আকারে বড়।

II উপাঙ্গ কঙ্কাল [Appendicular skeleton]

মানুষের উপাঙ্গ কঙ্কাল **হাতের অস্থি** ও **উরশ্চক্র** এবং **পায়ের অস্থি** ও **শ্রোণীচক্র** নিয়ে গঠিত। উপাঙ্গ কঙ্কালে সর্বমোট 126টি অস্থিখণ্ড আছে।

হাতের অস্থি (Bones of arm): উপর হস্তের সবচেয়ে লম্বা একক অস্থিখণ্ডটি **হিউমেরস** (Humerus)। হিউমেরসের সঙ্গে যুক্ত নীচের দুটি অস্থির মধ্যে বাইরেরটি **রেডিয়স** (Radius) ও ভিতরেরটি **আলনা** (Ulna)। দুটি অস্থিই পরস্পর পৃথক। মণিবন্ধ অঞ্চলে 4টি করে দু'সারিতে মোট 8টি **কারপাল** (Carpal) অস্থি বর্তমান। করতল মোট 5টি লম্বা **মেটাকারপাল** (Metacarpal) দিয়ে গঠিত। বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠে 2টি এবং বাকি অঙ্গুলীগুলির প্রত্যেকটিতে 3টি করে **ফ্যালানজেস** (Phalanges) থাকে। সুতরাং ফ্যালানজেসের মোট সংখ্যা 14।



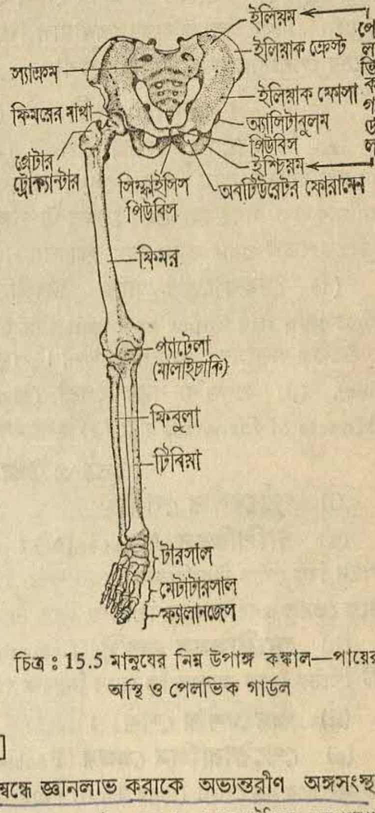
চিত্র: 15.4 মানুষের ঊর্ধ্ব উপাঙ্গ কঙ্কাল—হাতের অস্থি ও পেক্টোরাল গার্ডল

উরশ্চক্র বা **পেক্টোরাল গার্ডল** (Pectoral girdle): হাতের হিউমেরস অস্থিটির সরাসরি সংলগ্ন থেকে কাঁধের যে বিস্তৃত অস্থিকাঠামো হাতের অস্থিসমূহকে ধরে রাখে তাকে **উরশ্চক্র** বা **পেক্টোরাল গার্ডল** বলে। সমস্ত মেরুদণ্ডীর দেহে এইসব অস্থির বিন্যাস ও গঠন মোটামুটি একই নক্সায় তৈরী হয়। মানুষের দু'কাঁধে দুটি পেক্টোরাল গার্ডল আছে। প্রতিটি পেক্টোরাল গার্ডল কয়েকটি সদৃশ অংশ নিয়ে গঠিত। পিঠের দিকের সবচেয়ে বড় ও বিস্তৃত ত্রিকোণাকার অস্থিটিকে **স্ক্যাপুলা** (Scapula), সামনের দিকে সরু দীর্ঘ কণ্ঠাস্থিটি **ক্লভিকল** (Clavicle) এবং তার নীচেরটি **কোরাকয়েড** (Coracoid)। স্ক্যাপুলার যে গহ্বরটিতে হিউমেরসের মাথা সংলগ্ন থাকে সেটি হল **গ্লিনয়েড ফোসা** (Glenoid fossa)।

পায়ের অস্থি (Bones of leg): হাতের অস্থির মতো পায়ের অস্থিতেও 4 ধরনের অস্থি আছে। উরুর লম্বা একক অস্থিটি **ফিমর*** (Femur)। ফিমরের নীচের একজোড়া অস্থির মধ্যে স্থূল অস্থিটি **টিবিয়া** (Tibia) ও অপেক্ষাকৃত সরু

* ফিমরকে সমগ্র দেহকাণ্ডের ভার বহন করতে হয় এবং এটি স্থূল মাংসপেশী দ্বারা আবৃত থাকে।

অস্থিটি **ফিবুলা** (Fibula)। ফিমর ও টিবিয়া-ফিবুলার সংযোগস্থলে সাধারণভাবে মালাইচাকি নামে পরিণত গোলাকার অস্থিটি হল **প্যাটেলা** (Patella)। 7টি **টারসাল** (Tarsal), 5টি **মেটাটারসাল** (Metatarsal) ও 14টি **ফ্যালানজেস** (Phalanges) নিয়ে পদপাদ (foot) গঠিত।



চিত্র : 15.5 মানুষের নিম্ন উপাঙ্গ কঙ্কাল—পায়ের অস্থি ও পেলভিক গার্ডল

শ্রোণীচক্র বা **পেলভিক গার্ডল** (Pelvic girdle) : দেহের সবচেয়ে চওড়া অস্থিটি হল **নিতম্বাস্থি*** (Hip bone) —যাকে শ্রোণীচক্র বা **অস্‌কক্সি** (Oscoxae) বলা হয়। **এটি মেরুদণ্ডের স্যাক্রম অস্থির সঙ্গে যুক্ত থাকে।** শ্রোণীচক্রও উরশ্চক্রের মতো সমান দুটি অংশে বিভক্ত। প্রতি অর্ধাংশে আছে মোট 3টি অস্থি—**ইলিয়ম** (Ilium), **ইশ্চিয়ম** (Ischium) ও **পিউবিস** (Pubis)। দুদিকের ইলিয়ম মেরুদণ্ডের স্যাক্রম অস্থির সঙ্গে উপরের দিকে যুক্ত থাকে। নীচের দিকে পিউবিস অস্থি দুটিও **সিম্ফাইসিস পিউবিস** (Symphisis pubis) দ্বারা যুক্ত থাকে। ফিমরের মাথা **অ্যাসিটাবুলম** গহ্বরে যুক্ত থাকে।

15.3. পেশীতন্ত্র [Muscular System]

অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দৈহিক গঠন সম্বন্ধে জ্ঞানলাভ করাকে অভ্যন্তরীণ অঙ্গসংস্থান (Internal morphology) বা অ্যানাটমি (Anatomy) বলে। অ্যানাটমির যে শাখায় পেশীর গঠন ও কাজ সম্বন্ধে আলোচনা করা হয় তাকে **মায়োলজি** (myology) বলে। পেশীকলা তিন প্রকার—**মসৃণ** (Smooth), **চিহ্নিত** বা **কঙ্কাল পেশী** (Straited or Skeletal muscle) ও **হৃৎপেশী** (Cardiac muscle)। মসৃণ ও হৃৎপেশী অনৈচ্ছিক (Involuntary) কিন্তু কঙ্কাল পেশী ঐচ্ছিক (Voluntary)—যাকে ইচ্ছানুযায়ী চালনা করা যায়।

মসৃণ পেশী : রক্তবাহ, মূত্র ও জননালী, জরায়ু, শ্বাসনালী, পাকস্থলী ও অন্ত্র, চোখ, ক্লোমশাখা বা ব্রঙ্কস প্রভৃতি পেশীর প্রকৃতি হল মসৃণ।

হৃৎপেশী : হৃৎপিণ্ডের দেওয়াল হৃৎপেশী দিয়ে গঠিত—এ ধরনের পেশী দেহের অন্য কোন অঙ্গে দেখা যায় না।

* পুরুষ ও স্ত্রীর নিতম্বাস্থির মধ্যে পার্থক্য এতই প্রকট যে, পরীক্ষা করে বলে দেওয়া যায় কঙ্কালটি পুরুষের না স্ত্রীর।

কঙ্কাল পেশী : দেহের কঙ্কাল পেশী দুটি প্রধান ভাগে বিভক্ত—**উপাঙ্গ পেশী** ও **অক্ষ পেশী**। দেহে 2টি একক পেশী ও 327টি জোড়া পেশী অর্থাৎ মোট 656টি পেশী আছে। মাথা, গলা ও ধরের পেশীগলি মিলে গঠিত হর **অক্ষ পেশী**। বাকি উপরের ও নীচের পেশীগুলি হ'ল **উপাঙ্গ পেশী**।

I উপাঙ্গ পেশীসমূহ (Appendicular muscles) :

A ঊর্ধ্বাঙ্গের উপাঙ্গ পেশী (Muscles of the upper extremities) : বিভিন্ন ধরনের কাজ যেমন—লেখা, খাওয়া, সূক্ষ্ম হাতের কাজ, এমনকি আত্মরক্ষা বা আক্রমণ করা, সবই হল **ঊর্ধ্বাঙ্গের উপাঙ্গ পেশীর কাজ**। ঊর্ধ্বাঙ্গের উপাঙ্গ পেশী-গুলিকে পাঁচটি প্রধান ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন,

(1) **দেহকাণ্ডের সঙ্গে উপাঙ্গকে যুক্ত রাখার পেশী** (Muscles that join the upper extremity of the trunk)—এটির মধ্যে পড়ে পৃষ্ঠদেশীয় পেশী ও উরশ্চক্র অঞ্চলের অক্ষদেশীয় পেশী। (2) কাঁধের পেশী (Muscles of the shoulder), (3) প্রগণ্ড বা বাহুর পেশী (Muscles of arm), (4) পুরোবাহের পেশী (Muscle of forearm) এবং (5) করতলের পেশী (Muscles of hand)।

পিঠ ও ঊর্ধ্ববক্ষের পেশী :

(i) পৃষ্ঠদেশীয় পেশী

(a) **ট্রাপিজিয়স** (Trapezius) : ত্রিকোণাকার এবং খুব বড় এই পেশীদুটি গলার পিছন দিক থেকে ঊর্ধ্ববক্ষের পিছন পর্যন্ত বিস্তৃত (চিত্র : 15.7)। এই পেশী কাঁধকে উপর দিকে তোলে এবং মাথাকে পিছনের দিকে টানে।

(b) **ল্যাটিসিমস ডরসি** (Latissimus dorsi) : চ্যাপ্টা ও ত্রিকোণাকার পেশী-দুটি পিঠের দিকে আড়াআড়ি ভাবে নিম্নবক্ষ পর্যন্ত বিস্তৃত (চিত্র : 15.7)।

(ii) অক্ষদেশীয় পেশী :

(a) **পেক্টোরালিস মেজর** (Pectoralis major) : অক্ষদেশীয় পেশীগুলির মধ্যে এটি সবচেয়ে বড় পেশী (চিত্র : 15.6)। এই অঞ্চলে আরো তিনটি পেশী আছে। পেক্টোরালিস মেজর হিউমেরসকে ভিতরের দিকে ঘোরাতে, উরশ্চক্রকে সামনের দিকে আনতে সাহায্য করে।

কাঁধের পেশী :

(a) **ডেলটয়েড** (Deltoid) : কাঁধের দিকে বিস্তৃত অন্যান্য আরও 5টি পেশীর মধ্যে এটি সবচেয়ে বড় ও শক্তিশালী (চিত্র : 15.6)। বাহুকে বিভিন্ন দিকে ঘোরাতে ডেলটয়েড পেশী সাহায্য করে।

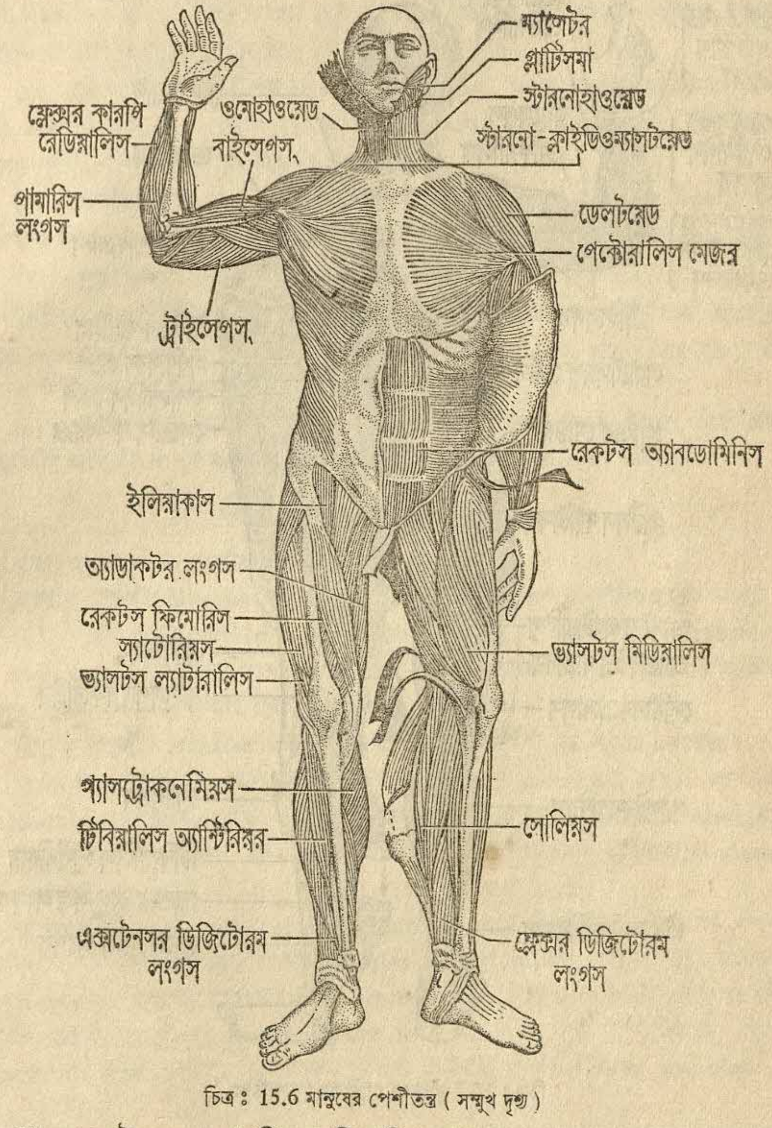
বাহুর পেশী :

(a) **বাইসেপস** (Biceps) : বাহুর সামনের দিকে বিস্তৃত এই প্রধান পেশীটির দুটি মাথা আছে বলে একে বাইসেপস বলে (চিত্র : 15.6)। এর দুই মাথার একটি স্ক্যাপুলায় ও অন্যটি কোরাকয়েডে যুক্ত থাকে। অন্য প্রান্ত হিউমেরসের সামনের দিক দিয়ে গিয়ে রেডিয়সের সঙ্গে যুক্ত হয়। বাইসেপস সংকুচিত হলে পুরোবাহু উপরে উঠে আসে।

(b) **ট্রাইসেপস** (Triceps) : বাহুর পিছনের দিকে অবস্থিত এই পেশীটি স্ক্যাপুলা থেকে উৎপন্ন হয়ে আলনার সঙ্গে যুক্ত হয় (চিত্র : 15.6)। এটি বাইসেপস-এর বিপরীত কাজ করে অর্থাৎ উপরে উঠে আসা হাতকে যথাস্থানে ফিরিয়ে নিয়ে যায়।

পুরোবাহের পেশী :

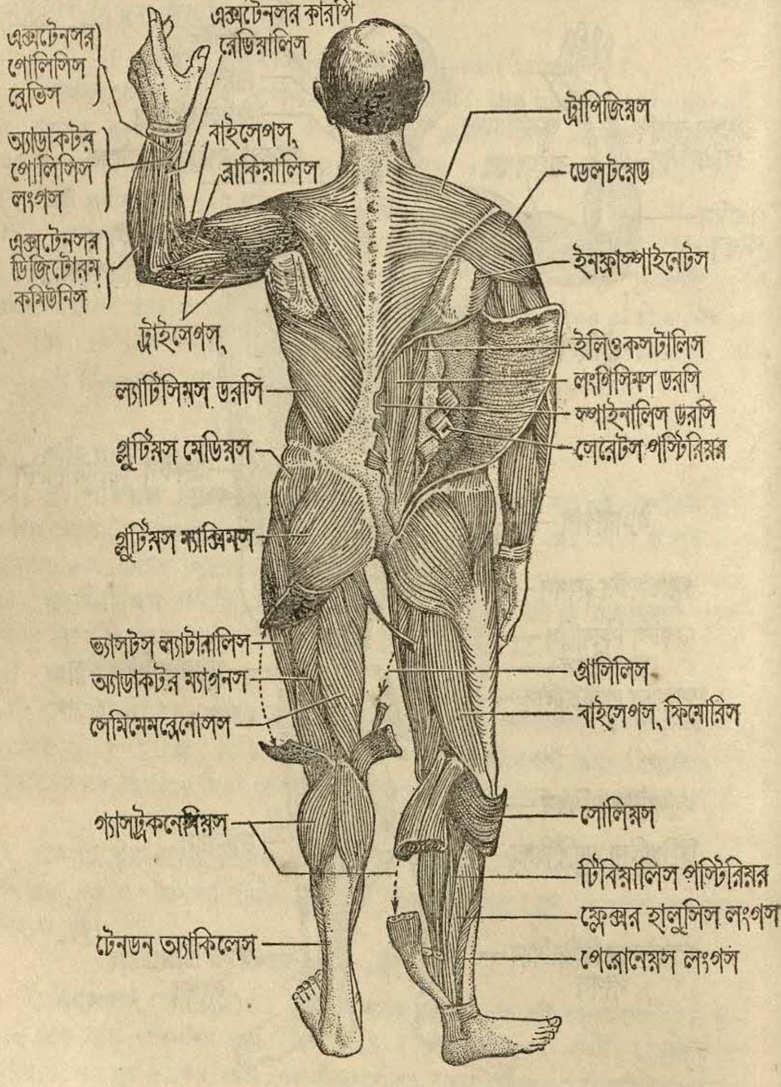
(a) **ফ্লেক্সর কারপি রেডিয়ালিস** (Flexor carpi radialis) ও **ফ্লেক্সর কারপি আলনারিস** (Flexor carpi ulnaris) করতলকে উপরের দিকে বাঁকায় (চিত্র : 15.6)।



চিত্র : 15.6 মানুষের পেশীতন্ত্র (সম্মুখ দৃশ্য)

(b) **এক্সটেনসর কারপি রেডিয়ালিস** (Extensor carpi radialis) ও **এক্সটেনসর কারপি আলনারিস** (Extensor carpi ulnaris) বাঁকা করতলকে সোজা করে (চিত্র : 15.7)।

(c) **পামারিস লংগস** (Palmaris longus) ফ্যালানজেসের সঙ্গে যুক্ত পুরোবাহের সামনের দিকে অবস্থিত এই পেশী আঙুলকে উপরের দিকে তুলতে সাহায্য করে (চিত্র 15.6)।



চিত্র : 15.7 মানুষের পেশীতন্ত্র (পশ্চাৎদৃশ্য)

(d) **এক্সটেনসর ডিজিটোরম কমিউনিস** (Extensor digitorum communis) পেশীটি পুরোবাহের পিছনের দিকে অবস্থিত। এটি আঙুলকে নামাতে সাহায্য করে (চিত্র : 15.7)।

B. **নিম্নাঙ্গের উপাঙ্গ পেশী** (Muscles of lower extremities) ঃ নিম্নাঙ্গের উপাঙ্গ পেশীগুলি প্রধানতঃ গমনাগমনে এবং দেহকাণ্ডকে খাড়া রাখতে সাহায্য করে। এখানকার পেশীগুলি 5 ভাগে বিভক্ত। যেমন—

(a) **গ্লুটিয়স ম্যাক্সিমস** (Gluteus maximus) ঃ এটি নিতম্বের প্রধান পেশী (চিত্র ঃ 15.7)। ইলিয়ম থেকে উৎপন্ন হয়ে এই পেশী ফিমরের সঙ্গে যুক্ত হয়। হাঁটতে, সিঁড়ি ভাঙ্গতে বা খাড়া ভাবে দাঁড়িয়ে থাকতে এই পেশী সাহায্য করে।

(b) **রেকটস ফিমোরিস** (Rectus femoris) ও **ভ্যাসটস ল্যাটারালিস** (Vastus lateralis) ঃ এদুটি হল উরুর সামনের দিকের সবচেয়ে বড় পেশী। এরা হাটুর নীচের পায়ের অংশকে প্রসারিত করে (চিত্র ঃ 15.6)।

(c) **সার্টোরিয়স** (Sartorius) ঃ এই পেশীটি সবচেয়ে দীর্ঘ। ইলিয়ম থেকে উৎপন্ন হয়ে এটি টিবিয়ার সঙ্গে যুক্ত থাকে। নিতম্বকে বাঁকাতে সার্টোরিয়স সাহায্য করে (চিত্র ঃ 15.6)।

(d) **এক্সটেন্সর ডিজিটোরম লংগস** (Extensor digitorum longus), **টিবিয়ালিস অ্যান্টিরিয়র** (Tibialis anterior), **এক্সটেনসর হালুসিস লংগস** (Extensor halusis longus) প্রভৃতি পেশীগুলি পায়ের আঙুলের অস্থির সঙ্গে যুক্ত থেকে পায়ের আঙুলগুলিকে উপরের দিকে ওঠাতে সাহায্য করে (চিত্র ঃ 15.6)।

(e) **গ্যাসট্রকনেমিয়স** (Gastrocnemius) ঃ ফিমর থেকে উৎপন্ন হয়ে এটি গোড়ালীর অস্থির সঙ্গে যুক্ত থাকে। এটি গোড়ালীকে উপরে ওঠায় (চিত্র ঃ 15.6)।

II **অক্ষ পেশীসমূহ** (Axial muscles) ঃ

মাথা, গলা ও ধরের পেশীসমূহকে অক্ষপেশী বলে।

মাথার পেশী (Muscles of head) ঃ মাথায় নিম্নলিখিত 4 ধরনের পেশী আছে ঃ

(1) মাথায় ত্বকের পেশী (muscles of the scalp), (2) মুখের পেশী (muscles of the face), (3) চর্বন পেশী (muscles for mastication)—অর্থাৎ ম্যাসেটার (Masseter) এবং (4) জিবের পেশী (muscles of tongue)।

গলার পেশী (Muscles of the neck) ঃ গলার পেশী নিম্নলিখিত 5 প্রকার ঃ

(1) সুপারফিসিয়াল সারভাইকল (Superficial cervical), (2) ল্যাটারল (Lateral), (3) সুপ্রাহায়োইড ও ইনফ্রাহায়োইড (Suprahyoid and infrahyoid), (4) অ্যান্টিরিয়র ভার্টিব্রাল (Anterior verteral) ও (5) ল্যাটারল ভার্টিব্রাল (Lateral vertebral)।

ধরের পেশী (Muscles of the trunk) ঃ ধরে নিম্নলিখিত 6 রকমের পেশী আছে ঃ (1) উদর প্রাকারের পেশী (muscles of abdominal wall), (2) মধ্যচ্ছদা (diaphragm), (3) বক্ষপ্রাকারের পেশী (muscles of thoracic wall), (4) শ্রোণী-দেশের মেঝের পেশী (muscles of the pelvic floor), (5) পেরিনিয়াল পেশী (Perineal music) এবং (6) পিঠের গভীর প্রদেশের পেশী (Deep muscles of the back)।

উদরপ্রাকারের পেশীগুলি অন্ত্র এবং পশ্চাৎ ও পার্শ্বদেশে বিন্যস্ত থাকে। বাহ্যিক, অভ্যন্তরীণ ও আড়াআড়িভাবে বিন্যস্ত 3 ধরনের পেশী দিয়ে পার্শ্বপেশী গঠিত। **এক্সটারনাল**

অবলিক (External oblique) পেশী সবচেয়ে **শক্তিশালী**। উল্লিখিত 3 ধরনের পেশী একত্রে উদরের তিনটি স্তর গঠন করে।

মধ্যচ্ছদা দেহগহ্বরকে বক্ষ ও উদরে ভাগ করে। এটি শ্বসনে ব্যবহৃত প্রধান পেশী।

বক্ষপ্রাকারে মোট 6 জোড়া পেশী আছে—এদের মধ্যে **ইণ্টারকস্টাল** (Intercostal), **ইণ্টারনাল** (Internal) ও **এক্সটারনাল** (External) পেশী অন্যতম।

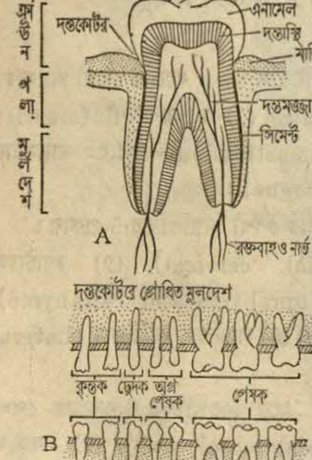
শ্রোণীপ্রদেশের মেঝের পেশীগুলিও 3 শ্রেণীতে বিভক্ত—(1) লিভেটর আনি পেশী (Levator ani muscles), (2) পেরিনিয়াল পেশী (Perineal muscles) এবং (3) বহির্জনন অঙ্গের পেশী (muscles of external genitalia)।

শ্রোণীপ্রদেশের দেহযন্ত্রগুলিকে দু'দিকের লিভেটর আনি পেশী ধরে রাখে। এই পেশী মলত্যাগ (defection) করতেও সাহায্য করে। ত্রিভুজাকৃতি পেরিনিয়াল পেশী এখানকার একটি উল্লেখযোগ্য পেশী।

15.4. পাচনতন্ত্র [Digestive system]

মুখছিদ্র থেকে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত **পৌষ্টিকনালী** ও তৎসংলগ্ন বিভিন্ন **পরিপাক গ্রন্থি** নিয়ে মানুষের পাচনতন্ত্র (চিত্র : 15.9) গঠিত।

(i) **পৌষ্টিকনালী** (Alimentary canal) : আমরা যেসব খাদ্য খাই তা প্রায় 215 সেণ্টিমিটার ও মোটামুটি কুণ্ডলীকৃত একটি নলের ভিতর দিয়ে পরিচালিত হয়। এই নলটিকেই পৌষ্টিকনালী বা **গাট** (Gut) বলে। মুখছিদ্রতেই পৌষ্টিকনালীর শুরু। মুখছিদ্র দিয়ে গৃহীত খাদ্য পৌষ্টিকনালীর পরবর্তী অংশ **মুখবিবরে** (Buccal cavity) চলে যায়। সেখানে লালাগ্রন্থির (Salivary gland) নালীগুলি মুক্ত হয়। মুখবিবরে হাওইড ও ম্যাণ্ডিবল অস্থির সঙ্গে জিব যুক্ত থাকে। জিবের স্বাদকোরকগুলি (Taste buds) স্বাদেন্দ্রিয়ের কাজ করে। পূর্ণবয়স্ক মানুষের প্রতিটি চোয়াল বা ম্যাণ্ডিবলের **দন্তকোটরে** (Tooth socket) 16টি করে দাঁত (চিত্র : 15.8) থাকে। গঠন ও কাজ অনুযায়ী দাঁতগুলি 4 শ্রেণীতে বিভক্ত। বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন দন্তবিন্যাসকে **হেটারোডণ্ট** (Heterodont) বলে। প্রতি চোয়ালের মাঝবরাবর সামনের দিকে অবস্থিত দাঁতগুলি **কৃন্তক** (Incisor)। কৃন্তক খাদ্যকে টুকরো করতে সাহায্য করে। কৃন্তকের দু'পাশে থাকে 1টি করে **ছেদক** বা **ক্যানাইন** (Canine), খাদ্যকে ছিড়ে খেতে ছেদক ব্যবহৃত হয়। প্রতিদিকের ছেদকের পাশে 2টি করে **অগ্রপেষক** বা **প্রিমোলার** (Premolar) এবং 3টি করে



চিত্র : 15·8 A—একটি দাঁতের দৈর্ঘ্যচ্ছেদ ; B—মানুষের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ দন্তবিন্যাস

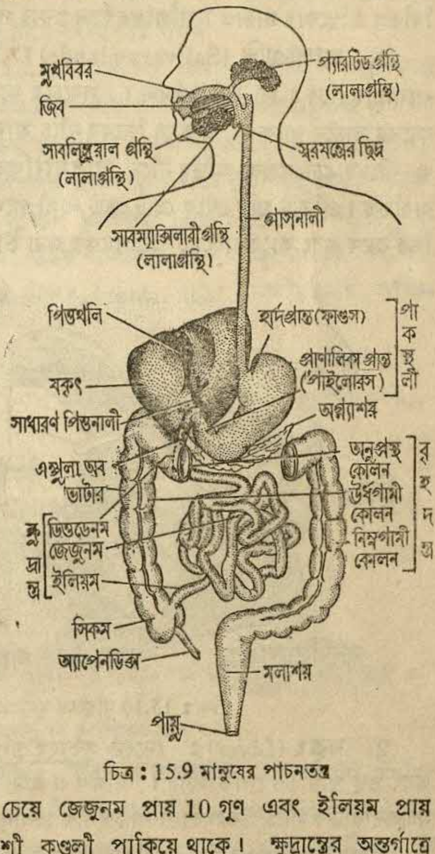
পেষক বা মোলার (Molar) থাকে। এরা খাদ্যকে চর্বণ ও পেষণ করতে সাহায্য করে (চিত্র : 15.8)। নীচে মানুষের **দাঁতের ফরমুলা** (dental formula) দেখানো হল :

(i) (কৃন্তক) $\frac{2}{2}$, c (ছেদক) $\frac{1}{1}$, pm (অগ্রপেষক) $\frac{2}{2}$, m (পেষক) $\frac{3}{3}=32$

মুখবিবরের পিছনে প্রায় 10 সেণ্টিমিটার দীর্ঘ ফানেলাকৃতি অংশটিকে **গলবিল** (pharynx) বলে, এখানে অন্তঃনাসারন্ধ্র ও গ্রটিসছিদ্র উন্মুক্ত হয়। এছাড়া দুই মধ্যকর্ণ থেকে আগত দুটি ইউস্টেসিয়ান নলের মুখ গলবিলে উন্মুক্ত হয়। গলবিল ও পাকস্থলীর মধ্যে সংযোগরক্ষাকারী প্রায় 25 সেণ্টিমিটার দীর্ঘ নলাকার অংশটি **গ্রাসনালী** (Oesophagus)। গ্রাসনালীস্থ পেশীর ক্রমসংকোচন দলাপাকানো খাদ্যমণ্ডকে নামিয়ে এনে পাকস্থলীতে পাঠিয়ে দেয়।

(ii) **পাকস্থলী** (Stomach) : পাকস্থলী অনৈচ্ছিক পেশী নির্মিত থলিবিশেষ গ্রাসনালীর নিকটবর্তী স্থূল অংশকে **হার্দপ্রান্ত** বা **কার্ডিয়াক প্রান্ত** (Cardiac end) বা **ফাণ্ডস** এবং শেষ সরু অংশকে **প্রণালিকা প্রান্ত** বা **পাইলোরিক প্রান্ত** (Pyloric end) বা **পাইলোরস** বলা হয়। গ্রাসনালী ও কার্ডিয়াক প্রান্ত এবং পাইলোরিক প্রান্ত ও ক্ষুদ্রান্ত্রের সংযোগস্থলে আছে অনৈচ্ছিক পেশীনির্মিত দুটি পেশীবলয়। পেশীবলয় দুটি যথাক্রমে পাকস্থলীর আগম পথ ও নির্গম পথকে নিয়ন্ত্রণ করে।

(iii) **ক্ষুদ্রান্ত্র** (Small intestine) : এটি পাকস্থলীর পরবর্তী এবং পৌষ্টিক নালীর সর্বাপেক্ষা দীর্ঘতম অংশ। এর তিনটি অংশ - প্রথমাংশ **গ্রহণী** বা **ডিওডেনম** (Duodenum) দ্বিতীয়াংশ **জেজুনম** (Jejunum) এবং শেষাংশ **ইলিয়ম** (Ileum)। 'U' আকৃতির 2 থেকে 25 সেণ্টিমিটার দীর্ঘ ডিওডেনম অংশটিতে যকৃৎ ও অগ্ন্যাশয় থেকে আগত পিত্তরস ও অগ্ন্যাশয় রসবাহী নালী (অ্যাম্পুলা অব ভাটার) যুক্ত থাকে। ডিওডেনমের চেয়ে জেজুনম প্রায় 10 গুণ এবং ইলিয়ম প্রায় 12-14 গুণ লম্বা। উভয় অংশই খুব বেশী কুণ্ডলী পাকিয়ে থাকে। ক্ষুদ্রান্ত্রের অন্তর্গাত্রে অসংখ্য শোষণ একক বা **ভিলাস** (villus) থাকে—এগুলি পাচিত খাদ্যরসকে শোষণ করে।



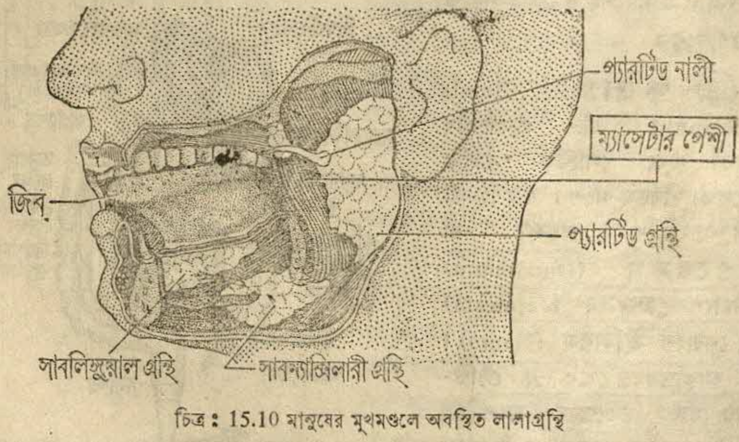
চিত্র : 15.9 মানুষের পাচনতন্ত্র

(iv) **বৃহদন্ত্র** (Large intestine) : ক্ষুদ্রান্ত্রের পরবর্তী প্রশস্ত অপেক্ষাকৃত সংক্ষিপ্ত অংশটি বৃহদন্ত্র। ক্ষুদ্রান্ত্র ও বৃহদন্ত্রের সংযোগস্থলের প্রশস্ত থলিটি হল **সিকম** (Caecum)। সিকমের দৈর্ঘ্য প্রায় 6.5 সেন্টিমিটার। সিকমের শেষপ্রান্তে আঙুলের মতো উপবৃদ্ধিটিকে **অ্যাপেনডিক্স** (Appendix) বলে। সিকমের পরবর্তী অংশ হল 150 সেন্টিমিটার দীর্ঘ **কোলন** (Colon)। কোলনের তিনটি অংশ – প্রথমাংশ যকৃৎ-এর কাছ বরাবর উঠে যায়, একে **ঊর্ধ্বগামী** (Ascending) কোলন, দ্বিতীয়াংশ প্রথমটির সমকোণে আড়াআড়ি বিন্যস্ত থাকে, একে **অনুপ্রস্থ** (Transverse) কোলন এবং শেষাংশ খাড়াভাবে নীচে নেমে মলাশয়ে মেশে, একে **নিম্নগামী** (Descending) কোলন বলে (চিত্র : 15.9)। কোলনেই অপাচ্য খাদ্য মলে রূপান্তরিত হয়।

মলাশয় (Rectum) : বৃহদন্ত্রের শেষাংশকে মলাশয় বলে। মলাশয়ে সাময়িকভাবে মল জমা হয় এবং প্রয়োজন মতো একমাত্র ছিদ্রপথ **পায়ু** (Anus) মাধ্যমে বাইরে বেড়িয়ে যায়।

(v) **পরিপাক গ্রন্থিসমূহ** (Digestive glands) : পাকস্থলীর অন্তঃপ্রাকারের বিভিন্ন গ্রন্থিকোষ ছাড়াও নিম্নলিখিত তিন প্রকার পরিপাক গ্রন্থি খাদ্য পরিপাকে সাহায্য করে।

1. **লালাগ্রন্থি** (Salivary glands) : মুখমণ্ডলের দুপাশে 3টি করে মোট 6টি লালাগ্রন্থি (চিত্র : 15.10) বর্তমান। সবচেয়ে বড় **প্যারটিড গ্রন্থি** (Parotid gland)— কানের সামনে থাকে। এ ছাড়া জিবের নীচে **সাবলিঙ্গুয়াল গ্রন্থি** (Sublingual gland) ও নীচের চোয়ালের অস্থির নীচে **সাবম্যাক্সিলারী গ্রন্থি** (Submaxillary gland) অবস্থিত। প্রতিটি গ্রন্থি থেকে ছোট ছোট নালী পথে লালা মুখবিবরে আসে। লালা মুখবিবরকে সিক্ত রাখে এবং কার্বোহাইড্রেট পরিপাকের জন্য **টায়ালিন** (Ptyalin) নির্গত করে।



চিত্র : 15.10 মানুষের মুখমণ্ডলে অবস্থিত লালাগ্রন্থি

2. **যকৃৎ** (Liver) : দেহের সর্ববৃহৎ গ্রন্থি যকৃৎ—এর দৈর্ঘ্য প্রায় 30 সেন্টিমিটার এবং প্রস্থ প্রায় 15 সেন্টিমিটার। দক্ষিণ ও বাম খণ্ডে বিভক্ত গাঢ় বাদামী রং-এর যকৃৎ মধ্যচ্ছদার ঠিক নীচে উদরগহ্বরে পাকস্থলীর ডানদিকে অবস্থিত (চিত্র : 15.9)।

দক্ষিণ যকৃৎ খণ্ডের নীচে অবস্থিত বেলুনাকৃতি প্রায় 7-8 সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্য **পিত্তাশয়** বা **পিত্তথলি** (Gall bladder)-তে যকৃৎ-এ উৎপন্ন পিত্ত সাময়িকভাবে জমা থাকে। দুই

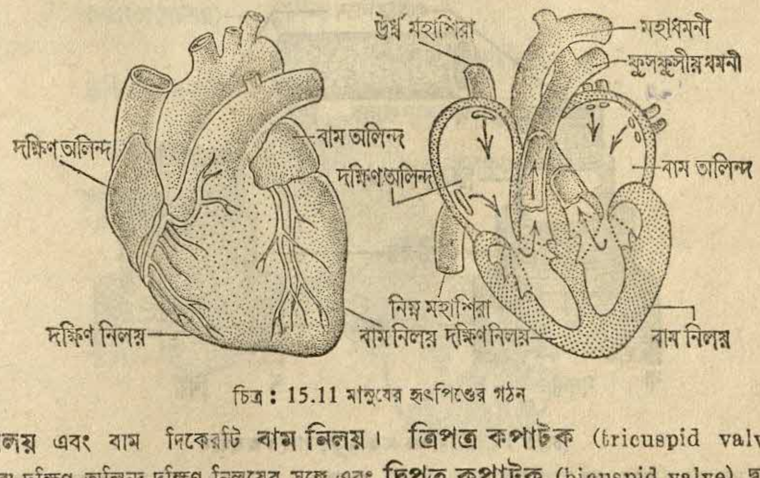
যকৃৎখণ্ড আগত যকৃৎ নালীর (Hepatic duct) সঙ্গে পিত্তাশয় নালী (Cystic duct) মিশে গঠন ক'রে সাধারণ পিত্তনালী (Common bile duct)। সাধারণ পিত্তনালীটি পরে **অ্যাম্পুলা অব ভাটার** (Ampula of Vater) (চিত্র : 16.4) নামে একটি স্ফীত নল গঠন করে গ্রহণীতে মেশে।

3. **অগ্ন্যাশয়** (Pancreas) : পাকস্থলীর ঠিক নীচে হালকা গোলাপী রং-এর লম্বাটে গ্রন্থিটির নাম অগ্ন্যাশয় (চিত্র : 15.9)। অগ্ন্যাশয় দৈর্ঘ্যে প্রায় 20 সেন্টিমিটার ও প্রস্থে প্রায় 4 সেন্টিমিটার। আগেই বলা হয়েছে অগ্ন্যাশয় থেকে উৎপন্ন অ্যাম্পুলা অব ভাটার নালী অগ্ন্যাশয় রস ও তৎসহ পিত্তকে গ্রহণীতে বয়ে নিয়ে আসে। তাছাড়া অগ্ন্যাশয় থেকে পরিপাকে সাহায্যকারী বিভিন্ন এনজাইম নিঃসৃত হয়।

15.5. সংবহনতন্ত্র [Circulatory system]

পাচনতন্ত্রে খাদ্যরস শোষিত হবার পর তা রক্ত ও লসিকা মাধ্যমে দেহের সর্বত্র পরিবেশিত হয়। যে বিশেষ তন্ত্র মাধ্যমে এ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে সংবহনতন্ত্র বলে। **হৃৎপিণ্ড** এবং বিভিন্ন আকৃতি ও প্রকৃতির **রক্তবাহ** নিয়ে সংবহনতন্ত্র গঠিত।

(i) **হৃৎপিণ্ড** (Heart) (চিত্র : 15.11) : হৃৎপিণ্ড একটি পেশীবহুল **পাম্পযন্ত্র** (Pump)। ধমনীর কোন না কোন পেশীসমৃদ্ধ অংশ থেকে এটির উৎপত্তি হয়েছে বলে মনে করা হয়। লম্বালম্বি একটি স্থূল দেওয়াল দিয়ে হৃৎপিণ্ড দক্ষিণ ও বাম অংশে বিভক্ত। দক্ষিণ ও বাম অংশের সঙ্গে কোনরূপ যোগাযোগ থাকে না। প্রতি অংশে উপর-নীচে দুটি করে প্রকোষ্ঠ থাকে। উপরের প্রকোষ্ঠ দুটির মধ্যে ডানদিকেরটি **দক্ষিণ অলিন্দ** (right auricle) এবং বাম-দিকেরটি **বাম অলিন্দ** (left auricle)। উভয় অলিন্দের প্রাকার অপেক্ষাকৃত পাতলা। অলিন্দের নীচে থাকে স্থূল প্রাকারবিশিষ্ট নিলয় (ventricle)। ডানদিকেরটি **দক্ষিণ**



চিত্র : 15.11 মানুষের হৃৎপিণ্ডের গঠন

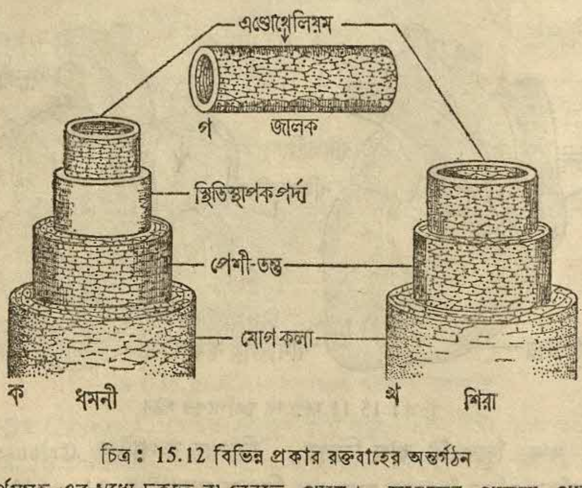
নিলয় এবং বাম দিকেরটি **বাম নিলয়**। **ত্রিপত্র কপাটক** (tricuspid valve) দ্বারা দক্ষিণ অলিন্দ দক্ষিণ নিলয়ের সঙ্গে এবং **দ্বিপত্র কপাটক** (bicuspid valve) দ্বারা বাম অলিন্দ বাম নিলয়ের সঙ্গে যুক্ত। সারা দেহ থেকে দুটি মহাশিরা পথে অপরিশ্রুত রক্ত দক্ষিণ অলিন্দে ফিরে আসে। ঠিক তেমনি পরিশ্রুত অর্থাৎ শোষিত অক্সিজেনযুক্ত রক্ত ফুসফুস

থেকে বাম অলিন্দে ফিরে আসে। হৃৎপিণ্ডের মাঝবরাবর লম্বালম্বি দেওয়াল থাকায় পরিশ্রুত ও অপরিশ্রুত রক্তের মিশ্রণ ঘটে না। হৃৎপিণ্ডের অলিন্দ ও নিলয় পর্যায়ক্রমে সংকুচিত ও প্রসারিত হয়। এর ফলে প্রতিটি অলিন্দের রক্ত সংশ্লিষ্ট নিলয়ে নেমে আসে। পরক্ষণেই নিলয় সংকুচিত হলে দক্ষিণ নিলয়ের অপরিশ্রুত রক্ত শোধনের জন্য ফুসফুসে চলে যায় এবং বাম নিলয়ের শোধিত রক্ত মস্তক ও দেহের সর্বত্র পরিবেশিত হয়। বিশ্রামরত পূর্ণবয়স্ক লোকের হৃৎপিণ্ড মিনিটে 72 বার স্পন্দিত হয়। তবে কর্মরত অবস্থায় অথবা উত্তেজিত অবস্থায় হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন 100* বারের উপরে উঠে যায়। হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন স্বতঃস্ফূর্ত, অর্থাৎ হৃৎপিণ্ডকে স্পন্দিত করার জন্য কোনরূপ নার্ভ-উত্তেজনার প্রয়োজন হয় না। মজার কথা হৃৎপিণ্ডের পেশীতে কৃত্রিম রক্তসংবহন চালু রাখতে পারলে দেহের বাইরে আনা হৃৎপিণ্ড সঠিক লবণ দ্রবণের মধ্যে থেকে স্বাভাবিকভাবে স্পন্দিত হতে থাকে। অবশ্য একথা ঠিক, স্বাভাবিক স্পন্দনে সক্ষম কোন হৃৎপিণ্ডে নার্ভের প্রভাব বিস্তার করলে তার স্পন্দনকে নিয়ন্ত্রিত মাত্রায় ধরে রাখা যায়।

(ii) **রক্তবাহ** (Blood vessels) : ধমনী, জালক ও শিরা—এই তিন প্রকার রক্তবাহ পরস্পর যুক্ত থেকে একটানা রক্তবাহ (চিত্র : 15.12) গঠন করে।

(a) **ধমনী** (Arteries) : হৃৎপিণ্ড থেকে পরিশ্রুত রক্ত** যেসব বিশেষ ধরনের মোটা রক্তবাহের মধ্যে দিয়ে দেহের সর্বত্র পরিচালিত হয় সেগুলিকে **ধমনী** বলে। স্থূলপ্রাকার বিশিষ্ট, স্থিতিস্থাপক ও পেশীবহুল ধমনীগুলি হৃৎপিণ্ড থেকে প্রেরিত রক্তের ধাক্কায় (অর্থাৎ প্রতি হৃৎস্পন্দনের সঙ্গে সঙ্গে) ফুলে ওঠে। ধমনী ক্রমশঃ বিভক্ত হয়ে উপধমনী বা আর্টারিওল (arteriole) এবং সবশেষে বিভিন্ন অঙ্গে গিয়ে বারংবার বিভক্ত হয়ে জালক গঠন করে।

(b) **জালক** (Capillary) : জালক এত সূক্ষ্ম যে, এর প্রাকার অধিকাংশ ক্ষেত্রেই একটিমাত্র এপিথেলিয়ম কোষস্তরে গঠিত। জালকপ্রাকার ভেদ্য (Permeable) হওয়ায় জল ও



চিত্র : 15.12 বিভিন্ন প্রকার রক্তবাহের অন্তর্গঠন

জলে দ্রব পদার্থসমূহ এর মধ্যে ঢুকতে বা বেরুতে পারে। জালকের পাতলা প্রাকার মাধ্যমে

* একটি চড়ুই পাখীর হৃৎপিণ্ড মিনিটে প্রায় 500 বার স্পন্দিত হয়।

** ব্যতিক্রম—ফুসফুসীয় ধমনী অপরিশ্রুত রক্তকে শোধনের জন্য হৃৎপিণ্ড থেকে ফুসফুসে নিয়ে যায়।

অক্সিজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড, তরল খাদ্য এমন কি রেচন পদার্থসমূহেরও আদান প্রদান চলে। জালক খুব ঘন হয়ে ছড়িয়ে থাকে। জীবদেহের কোন কোষই জালক থেকে এমন দূরত্বে থাকে না যাতে অক্সিজেন ও খাদ্য সরবরাহ পেতে অসুবিধা হয়। এদিকে যকৃৎ-এর প্রতিটি কোষ সরাসরি জালকের সঙ্গে যুক্ত। কতকগুলি জালক খুবই সরু, তাদের মধ্যে দিয়ে যাবার সময় লোহিত কণিকাকে ভাঁজ হয়ে যেতে হয়। তবে জালক যতই ভাগ হোক না কেন সেগুলি পুনরায় যুক্ত হতে হতে শেষে শিরা গঠন করে।

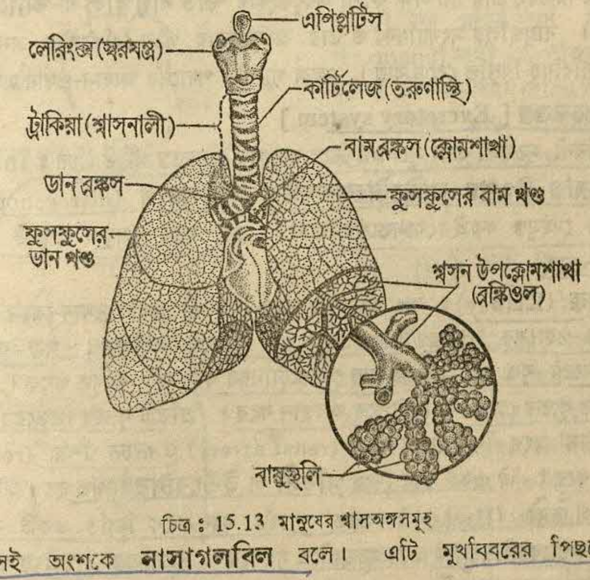
(c) **শিরা** (Veins) : শিরা অপরিশ্রুত রক্তকে* হৃৎপিণ্ডের দক্ষিণ অলিন্দে বয়ে আনে। শিরার রক্তপ্রেস ধমনীর রক্তপ্রেস অপেক্ষা অনেক কম। শিরাগহ্বরের ব্যাস ধমনীগহ্বরের ব্যাসের চেয়ে যেমন বেশী, তেমনি এর প্রাকার শিরা প্রাকারের চেয়ে অনেক পাতলা। শিরার মধ্যেও কপাটক থাকে যার জন্য হৃৎপিণ্ড থেকে রক্ত শিরায় ফিরে যেতে পারে না।

15.6. শ্বসনতন্ত্র [Respiratory system]

নাসাবিবর, নাসাগলবিল, স্বরযন্ত্র, শ্বাসনালী ও ফুসফুস নিয়ে মানুষের শ্বসনতন্ত্র গঠিত (চিত্র : 15.13)। শ্বসনতন্ত্রের মাধ্যমে একদিকে যেমন রক্ত অক্সিজেন টেনে নেয়, অন্যদিকে তেমনি রক্তের কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিত্যক্ত হয়।

(i) **নাসাবিবর** (Nasal cavity) : এটি একটি ত্রিকোণাকার গহ্বর—যা একটি পাতলা তরুণাস্থি দ্বারা দুটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত। দুটি বহিঃনাসারন্ধ্র (External nose) মাধ্যমে নাসাবিবর বাইরে উন্মুক্ত। নাসাবিবর ছোট ছোট রোমে ঢাকা থাকে, যার ফলে প্রশ্বাসে গৃহীত বায়ু ধূলিকণামুক্ত হয়ে শ্বাসনালীতে প্রবেশ করে। নাসাবিবরে জমে থাকা শ্লেষ্মাও বায়ুকে ধূলিমুক্ত করার কাজে সাহায্য করে।

(ii) **নাসাগলবিল** (Nasopharynx) : নাসাবিবর যেখানে গলবিলের সঙ্গে



চিত্র : 15.13 মানুষের শ্বাসঅঙ্গসমূহ

মিশেছে সেই অংশকে **নাসাগলবিল** বলে। এটি মুখবিবরের পিছনে কিছুটা

* ব্যতিক্রম—ফুসফুসীয় শিরা ফুসফুস থেকে পরিশ্রুত রক্ত হৃৎপিণ্ডে ফিরিয়ে আনে।

উপরে অবস্থিত। আলজিব (ulva) নামে একটি সঙ্কোচনশীল মাংস গলবিলে ঝুলে থাকে।

(iii) **স্বরযন্ত্র** (Larynx) : গলবিল ও শ্বাসনালীর সংযোগস্থলে স্বরযন্ত্র অবস্থিত। স্বরযন্ত্রের প্রবেশ পথ অর্থাৎ স্বরছিদ্র বা গ্লটিসের ভিতর দিয়ে কথা বলার সময় বা শ্বসনের সময় বায়ু চলাচল করে। স্বরছিদ্রের মুখটি **এপিগ্লটিস** (Epiglottis) নামে একটি ঢাকনা দ্বারা এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত থাকে যাতে শ্বাস গ্রহণের সময় এটি খুলে যায়—কিন্তু খাদ্য গ্রহণের সময় স্বরপথটি ঢাকা পরে।

(iv) **শ্বাসনালী** (Trachea) : স্বরযন্ত্র থেকেই 12 সেন্টিমিটার দীর্ঘ শ্বাসনালীর শুরু। এটি গ্রাসনালীর সামনে দিয়ে নীচে নেমে গিয়ে বক্ষগহ্বরে দুটি **ব্রঙ্কস** বা **ক্লোমশাখায়** বিভক্ত হয়। শ্বাসনালীর গায়ে গায়ে কার্টিলেজ অর্থাৎ তরুণাস্থি দ্বারা গঠিত আংশিক বা পূর্ণ বলয় থাকে—যাতে বায়ুর চাপে শ্বাসনালী ছিঁড়ে না যায় বা বায়ুহ্রাসে চুপসে না পড়ে। ব্রঙ্কস ফুসফুসে গিয়ে ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে গঠন করে **ব্রঙ্কিওল** বা **উপক্লোমশাখা**।

(v) **ফুসফুস** (Lung) : ফুসফুস বক্ষগহ্বরে অবস্থিত পাতলা প্রাকারাবদ্ধ স্পঞ্জ-সদৃশ স্থিতিস্থাপক থলিবিশেষ। বক্ষপিঞ্জরের উত্থান ও পতনের সঙ্গে সঙ্গে ফুসফুস যথাক্রমে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয়। প্রসারিত হলে বায়ু ফুসফুসে ঢুকে পড়ে, আর সংকুচিত হলে বায়ু ফুসফুস থেকে বিতাড়িত হয়। ফুসফুসে টেনে নেওয়া বাতাস বা ফুসফুস থেকে ঠেলে বাইরে পাঠানো বায়ু শ্বাসনালী পথে নাসাগলবিল ও নাসাবিবর হয়ে দেহের বাইরে চলে যায়। ফুসফুসে বায়ু বা গ্যাসের আদান-প্রদান চলে। এর ফলে বায়ু থেকে যেমন পরিমাণ মতো অক্সিজেনের শোষণ ঘটে, অন্যদিকে তেমনি রক্ত থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিত্যক্ত হয়।

ফুসফুসের দেহ প্রায় 30 লক্ষ ফাঁপা অর্ধবৃত্তাকার স্ফীত **বায়ুস্থলি** বা **অ্যালভিওলাই** দিয়ে গঠিত। বায়ুস্থলির সংখ্যাধিক্য ও তার অর্ধবৃত্তাকার গঠন বৈশিষ্ট্যের জন্য ফুসফুসের অভ্যন্তরীণ পরিধির বিস্তৃতি বেড়ে যায়। ফলে গ্যাসীয় পদার্থের আদান-প্রদান সহজ হয়।

15.7. রেচনতন্ত্র [Excretory system]

বৃক্ক, গবিনী, মূত্রস্থলী এবং মূত্রনালী নিয়ে মানুষের রেচনতন্ত্র গঠিত (চিত্র : 15.14)। দেহে **বিপাকক্রিয়ায় উৎপন্ন নাইট্রোজেনঘটিত বর্জ্যপদার্থ** (nitrogenous waste products) দেহমুক্ত করাই রেচনতন্ত্রের কাজ। ত্বক, যকৃৎ, ফুসফুস প্রভৃতি অঙ্গও রেচন ক্রিয়ায় অংশ নেয়।

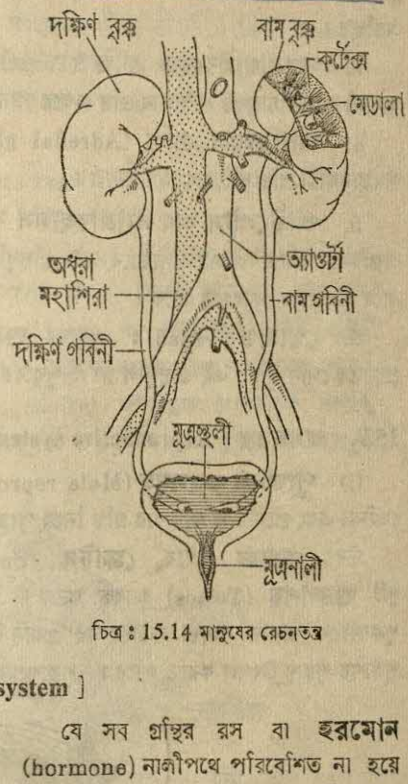
(i) **বৃক্ক** (Kidney) : বৃক্ক মানুষসহ সমস্ত মেরুদণ্ডী প্রাণীর প্রধান রেচন অঙ্গ। দুটি বৃক্ক উদরের গহ্বরের পিঠের দিকে মেরুদণ্ডের দু'পাশে অবস্থিত। গাঢ় বাদামী রংএর মোটামুটি নিরেট বৃক্ক দুটি তন্তুময় স্বচ্ছ পেরিটোনিয়ম থলি দ্বারা আবৃত থাকে। ডানদিকের বৃক্ক বাঁদিকের বৃক্কের চেয়ে কিছুটা উপরে অবস্থান করে। প্রতিটি বৃক্কের ভিতরের দিকে ভাঁজ (অর্থাৎ 'হিলাস' অংশ দিয়ে রেচন ধমনী (renal artery) ও রেচন শিরা (renal vein) বৃক্কে প্রবেশ করে। ঐ একই স্থান দিয়ে **গবিনী** বা **ইউরেটার** নির্গত হয়।

(ii) **গবিনী** (Ureter) : প্রতি পার্শ্বের বৃক্ক থেকে নির্গত একটি করে গবিনী সামান্য তির্যকভাবে নীচে নেমে এসে মূত্রস্থলীতে মুক্ত হয়। অনৈচ্ছিক পেশীযুক্ত গবিনীর মধ্যে দিয়ে বৃক্কে উৎপন্ন মূত্র মূত্রস্থলীতে এসে সাময়িকভাবে জমা হয়। মূত্রস্থলী থেকে মূত্র যাতে

গবিনীতে ফিরে না আসতে পারে সেজন্য মূত্রস্থলীতে মূত্রচাপ বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে গবিনী মুখ বন্ধ হয়ে যায়। গবিনীর দৈর্ঘ্য প্রায় 25—30 সেন্টিমিটার।

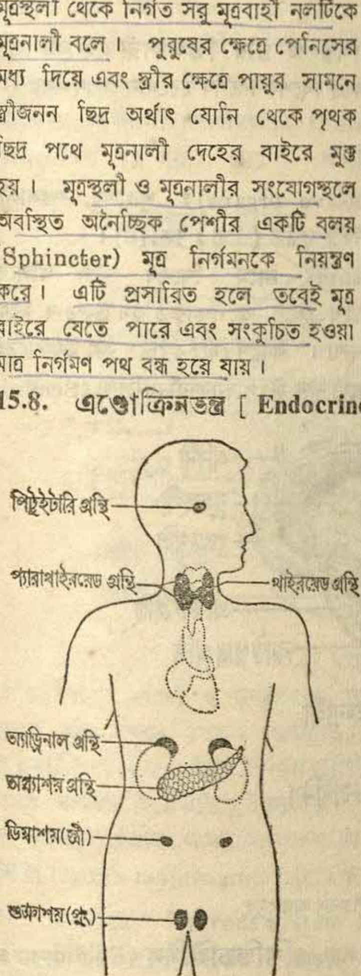
(iii) **মূত্রস্থলী** (Urinary bladder) : মূত্রস্থলী একটি পেশীবহুল ও স্থিতিস্থাপক থলি বিশেষ। এখানেই পরিত্যাগের পূর্বে মূত্র সাময়িকভাবে সঞ্চিত হয়।

(iv) **মূত্রনালী** (Urethra) : মূত্রস্থলী থেকে নির্গত সরু মূত্রবাহী নলটিকে মূত্রনালী বলে। পুরুষের ক্ষেত্রে পেনিসের মধ্য দিয়ে এবং স্ত্রীর ক্ষেত্রে পায়ুর সামনে স্ত্রীজনন ছিদ্র অর্থাৎ যোনি থেকে পৃথক ছিদ্র পথে মূত্রনালী দেহের বাইরে মুক্ত হয়। মূত্রস্থলী ও মূত্রনালীর সংযোগস্থলে অবস্থিত অনৈচ্ছিক পেশীর একটি বলয় (Sphincter) মূত্র নির্গমনকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি প্রসারিত হলে তবেই মূত্র বাইরে যেতে পারে এবং সংকুচিত হওয়া মাত্র নির্গমণ পথ বন্ধ হয়ে যায়।



চিত্র : 15.14 মানুষের রেচনতন্ত্র

15.8. এণ্ডোক্রিনতন্ত্র [Endocrine system]



চিত্র : 15.15 মানুষের দেহে এণ্ডোক্রিন গ্রন্থির অবস্থান

যে সব গ্রন্থির রস বা **হরমোন** (hormone) নালীপথে পরিবেশিত না হয়ে রক্ত বা লসিকা মাধ্যমে দেহের সর্বত্র পরিবেশিত হয়, সেইসব গ্রন্থি এণ্ডোক্রিন তন্ত্র গঠন করে। মুখ্য এণ্ডোক্রিন বা অন্তঃস্রাবী গ্রন্থিগুলির নাম ও তাদের অবস্থান 15.15 নং চিত্রে দেখান হল।

1. **পিটুইটারী** (Pituitary gland) : মটর দানার মতো এই গ্রন্থিটি মস্তিষ্কের ইনফান্ডিবুলম অংশ থেকে একটি বৃন্তের সাহায্যে ঝুলে থাকে এবং করোটির বিশেষ একটি গহ্বরে অবস্থান করে (চিত্র : 15.19)। এটি অগ্রখণ্ড, মধ্যখণ্ড ও পশ্চাৎখণ্ডে বিভক্ত। আজকাল বিতর্কের উদ্ভব হলেও পিটুইটারী গ্রন্থিকে এখনও পর্যন্ত **প্রধান গ্রন্থিরূপে** চিহ্নিত করা হয়।

2. **থাইরয়েড গ্রন্থি** (Thyroid

gland) : স্তন্যপায়ীর গলদেশে স্বরনালীর দু'পাশে হরিদ্রাভ লাল রং-এর থাইরয়েড গ্রন্থি অবস্থিত।

3. **প্যারাথাইরয়েড গ্রন্থি** (Parathyroid gland) : থাইরয়েড গ্রন্থির সঙ্গে অঙ্গাঙ্গী জড়িত চারখণ্ড ডিম্বাকার গ্রন্থি একত্রে প্যারাথাইরয়েড গ্রন্থি নামে পরিচিত।

4. **অ্যাড্রিনাল গ্রন্থি** (Adrenal gland) : প্রতিটি বৃক্কের মাথায় টুপির মতো অবস্থানকারী গ্রন্থি দুটি হল অ্যাড্রিনাল।

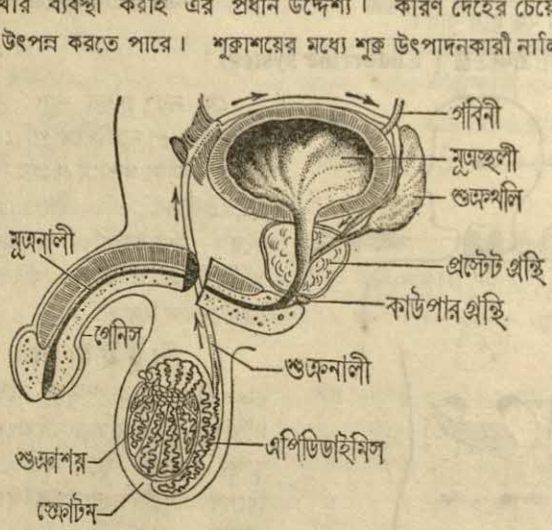
5. **আইলেট্স অব ল্যাঙ্গারহানস** (Islets of Langerhans) : অগ্ন্যাশয়ের অন্তঃক্ষরা অংশে এলোমেলোভাবে এই গ্রন্থিগুলি ছড়িয়ে থাকে। এতে **আলফা** ও **বিটা** নামে দু'ধরনের কোষগুচ্ছ থাকে।

6. **গোনাড** (Ganad) : পুরুষের **শুক্রাশয়** ও স্ত্রীর **ডিম্বাশয়** হল দুটি ভিন্ন প্রকৃতির গোনাড। এই গ্রন্থিগুলি স্ত্রী ও পুরুষের ক্ষেত্রে বিশেষ বিশেষ হরমোন ক্ষরণ করে।

15.9. জননতন্ত্র [Reproductive system]

(i) **পুংজনন অঙ্গসমূহ** (Male reproductive organs) : শুক্রাশয়, শুক্রনালী, পেনিস এবং প্রস্টেট ও কাউপার গ্রন্থি নিয়ে পুংজননতন্ত্র গঠিত (চিত্র : 15.16)।

উদর গহ্বরের বাইরে **স্ক্রোটম** (Scrotum) নামে বিশেষ দুটি থলিতে দুটি **শুক্রাশয়** (Testes) আবদ্ধ থাকে। দেহের চেয়ে অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতার মধ্যে শুক্রাশয়কে রাখার ব্যবস্থা করাই এর প্রধান উদ্দেশ্য। কারণ দেহের চেয়ে কম উষ্ণতাতেই শুক্রাশয় শুক্রাণু উৎপন্ন করতে পারে। শুক্রাশয়ের মধ্যে শুক্র উৎপাদনকারী নালিকা (Semini-



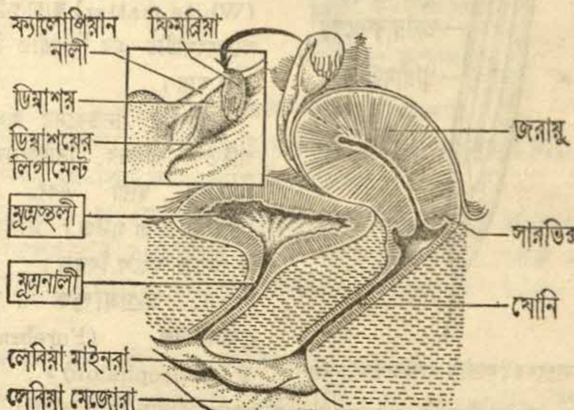
চিত্র : 15.16 মানুষের পুংজনন অঙ্গসমূহ

ferous tubules) শুক্রাশয়ের উপরে 6 মিটার লম্বা **এপিডিডাইমিস** (Epididymis) নামে জটিল কুণ্ডলীর সৃষ্টি করে। এপিডিডাইমিস পরে শুক্রবহনকারী যে মাংসল নল গঠন করে সেটি **শুক্রনালী** (Vas deference)। উভয় শুক্রাশয় থেকে আগত শুক্রনালী দুটি

মূত্রনালীর উপরের অংশে যুক্ত হয়। শুক্রনালী ও মূত্রনালীর সংযোগস্থলের কিছু আগে **শুক্রথলি** (Seminal vesicle) অবস্থিত। সংযোগস্থলটিতে **প্রস্টেট গ্রন্থি** (Prostate gland) এবং সংযোগস্থলের কিছু পরে **কাউপার গ্রন্থি** (Cowper's gland) বর্তমান। **মূত্রনালী** পেশীবহুল পুংযৌনাঙ্গ বা **পেনিস** (Penis) মাধ্যমে বাইরে উন্মুক্ত হয়। মূত্র ও শুক্র একইপথে বাইরে আসে।

(ii) **স্ত্রী জনন অঙ্গসমূহ** (Female reproductive organs): ডিম্বাশয়, ডিম্বনালী, জরায়ু, যোনি নিয়ে স্ত্রী জননতন্ত্র গঠিত (চিত্র : 15.17)।

উদর গহ্বরে দুটি বৃক্কের নীচে অবস্থিত মাখন রং-এর দুটি ডিম্বাকার 3 সেন্টিমিটারের মতো লম্বা **ডিম্বাশয়** (Ovary) স্ত্রী জননতন্ত্রের প্রধান অঙ্গ। প্রতিটি ডিম্বাশয়ের ঠিক নীচে থেকে 10 সেন্টিমিটার দীর্ঘ **ডিম্বনালী** (oviduct) বা **ফ্যালোপিয়ান নালী** (Fallopian tube) উৎপন্ন হয়। ডিম্বনালীর ডিম্বাশয়সংলগ্ন প্রান্ত ফানেলের মতো। উভয়দিকের ডিম্বনালী শ্রোণীগহ্বরে (Pelvic cavity) অনৈচ্ছিক পেশীবহুল **জরায়ু** (Uterus)-তে মুক্ত হয়। প্রায় 8 সেন্টিমিটার দীর্ঘ ও 5 সেন্টিমিটার প্রশস্ত জরায়ু কিছুটা



চিত্র : 15.17 মানুষের স্ত্রীজনন অঙ্গসমূহ

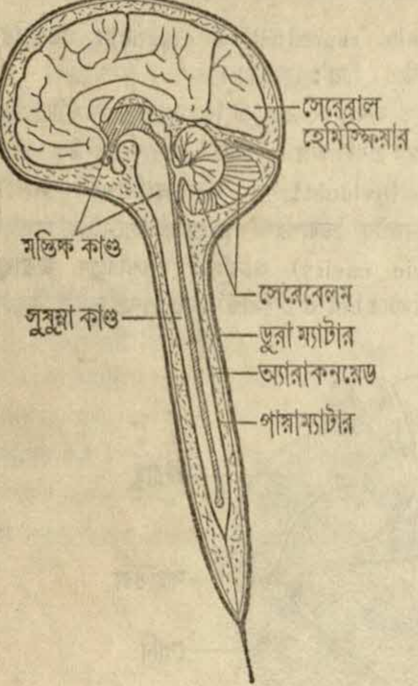
মূত্রস্থলীর পিছনে শ্রোণী ও উদরগাত্রের সঙ্গে যুক্ত থাকে। ডিম্বনালীতে নিষিক্ত ডিম্বাণু জরায়ুতেই বৃদ্ধি পেতে থাকে। জরায়ুতে ভ্রূণ না থাকলে সেটি সংকুচিত অবস্থায় থাকে। জরায়ু **যোনি** (Vegina) নামে 7—10 সেন্টিমিটার দীর্ঘ একটি মাংসল নলের মাধ্যমে মূত্রনালী ও পায়ুর মাঝখান দিয়ে বাইরে উন্মুক্ত হয়। মূত্রনালী ও যোনির মুখকে ঘিরে রাখে লম্বালম্বি বিন্যস্ত দুজোড়া ঠোঁটের মতো মাংসল ভাঁজ। এদের **লেবিয়া মেজোরা** ও **লেবিয়া মাইনরা** (Labia majora and Labia minora) বলে।

15.10. নার্ভতন্ত্র [Nervous system]

নার্ভতন্ত্র জীবদেহের বিভিন্ন অঙ্গপ্রত্যঙ্গ ও শারীরবৃত্তীয় ক্রিয়াকলাপের মধ্যে সমন্বয় সাধন দ্বারা পরিবেশের সঙ্গে নিজেকে মানিয়ে নিতে সাহায্য করে। কেন্দ্রীয়, প্রান্তস্থ ও স্বতঃক্রিয়— এই তিনভাগে নার্ভতন্ত্র বিভক্ত।

(1) **কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র** (Central nervous system) : কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র প্রধানতঃ **মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ড** নিয়ে গঠিত (চিত্র : 15.18)।

A. **মস্তিষ্ক** (Brain) : নার্ভতন্ত্রের প্রধান কার্যালয় মস্তিষ্ক। মানুষের মস্তিষ্কই সর্বোন্নত। অন্যান্য স্তন্যপায়ীর মতো মানুষের মস্তিষ্কও ভিতর থেকে বাইরে পরপর প্যায়াম্যাটার (Piamater), অ্যারাকনয়েড (Arachnoid) ও ডুরাম্যাটার (Durameter) নামে তিনটি পর্দা বা মস্তিষ্ক ঝিল্লী (meninges) দ্বারা আবৃত থাকে। পশ্চাৎ মস্তিষ্কের সুষুম্নাশীর্ষক বা মেডালা অবলংগাটা বাদে মস্তিষ্কের বাকি অংশের কর্টেক্স (Cortex) (অর্থাৎ উপরিস্তর) **ধূসর বস্তু** (Gray matter) ও মেডালা (medulla) (অর্থাৎ নিম্নস্তর) **শ্বেতবস্তু** (White matter) দ্বারা গঠিত। মেডালা অবলংগাটায় এর বিপরীত বিন্যাস লক্ষ্য করা যায়।



চিত্র : 15.18 মানুষের কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের চিত্ররূপ

অসংখ্য নিউরনের সমন্বয়ে মস্তিষ্ক গঠিত। এইসব নিউরনের কোষদেহ ধূসরবস্তু দ্বারা এবং নার্ভতন্তুগুলি শ্বেতবস্তু দ্বারা গঠিত। মস্তিষ্ক—অগ্র, মধ্য ও পশ্চাৎ অংশে বিভক্ত।

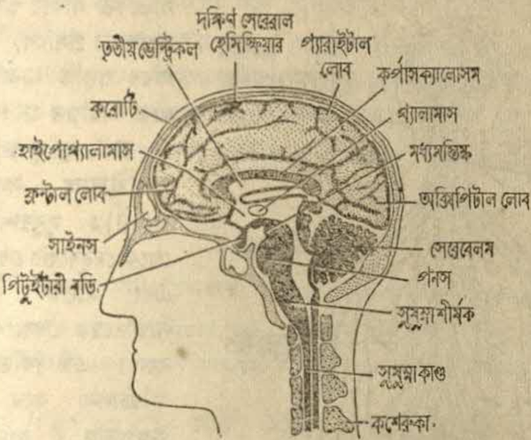
1. **অগ্রমস্তিষ্ক** বা **প্রোসেনকেফালন** (Forebrain or Prosencephalon) : অগ্রমস্তিষ্ক পুনরায় গুরুমস্তিষ্ক, কর্পাস ষ্ট্রায়াটম, থ্যালামাস ও হাইপোথ্যালামাস নিয়ে গঠিত।

(i) **গুরুমস্তিষ্ক** বা **সেরেব্রম** (Cerebrum) : দুটি গোলার্ধ অর্থাৎ সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ার-এ (Cerebral hemisphere) বিভক্ত গুরুমস্তিষ্ক করোটির অধিকাংশ স্থান দখল করে থাকে (চিত্র : 15.18)। কার্পাস ক্যালোসম (Corpus callosum) নামে নার্ভতন্ত্রের প্রশস্ত ও স্থূলগুচ্ছের দ্বারা উভয় গোলার্ধ যুক্ত থাকে (চিত্র : 15.19)। প্রতি গোলার্ধের মধ্যে একটি করে লম্বা ফাঁকা স্থান বা বিবর আছে। এদের পার্শ্ব মস্তিষ্কবিবর বা ল্যাটারল ভেণ্ট্রিকল (Lateral ventricle) বলে। আড়াআড়ি ভাবে বিন্যস্ত কতকগুলি অগভীর খাঁজ প্রতিটি গোলার্ধকে কতকগুলি অসম্পূর্ণ খণ্ডে ভাগ করে। গুরুমস্তিষ্ক যাবতীয় মানসিক ক্রিয়াকলাপকে নিয়ন্ত্রিত করে।

(ii) **কর্পাস স্ট্রায়াটম** (Corpus striatum) : গুরু মস্তিষ্কের নিম্নাংশে ভিতরের দিকে এবং তৃতীয় ভেণ্ট্রিকলের প্রতি পাশে শ্বেতবস্তুর মধ্যে ধূসর বস্তু দ্বারা গঠিত এই অংশটি নিমজ্জিত থাকে। চেষ্টীয় ক্রিয়াকলাপকে এটি প্রভাবিত করে।

(iii) **থ্যালামাস** (Thalamus) : তৃতীয় ভেন্ট্রিকলের প্রতি পাশে কর্পাস স্ট্রায়াটমের নিকটে ধূসর বস্তু দ্বারা গঠিত থ্যালামাস শ্বেতবস্তুর মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। এটি বেদন, চাপ প্রভৃতি কতকগুলি স্থূল অনুভূতিকে নিয়ন্ত্রণ করে।

(iv) **হাইপোথ্যালামাস** (Hypothalamus) : থ্যালামাসের নীচে ধূসর বস্তু



চিত্র : 15.19 মানুষের মস্তিষ্কের বিভিন্ন অংশ

দ্বারা গঠিত হাইপোথ্যালামাস কতকগুলি বিক্ষিপ্ত দ্বীপের মতো শ্বেতবস্তুর মধ্যে ছড়িয়ে থাকে। এটির দ্বারা কয়েকটি অনৈচ্ছিক ক্রিয়া-কলাপ নিয়ন্ত্রিত হয়।

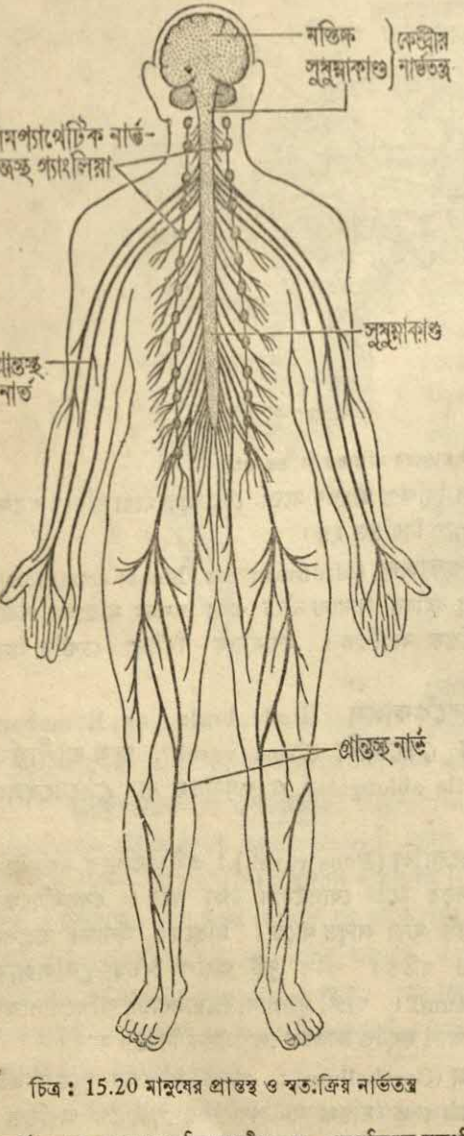
2. **মধ্যমস্তিষ্ক** বা **মেসেনকেফালন** (Midbrain or Mesencephalon) : গুরুমস্তিষ্কের দুই গোলার্ধের সংযোগস্থল বরাবর সামান্য নীচে এবং পশ্চাৎ মস্তিষ্কের **পনস** (Pons) অংশের ঠিক উপরে মধ্যমস্তিষ্ক অবস্থিত। মধ্যমস্তিষ্ক বিভিন্ন চেষ্টীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে।

3. **পরাঙমস্তিষ্ক** বা **রম্‌বেনকেফালন** (Hind brain or Rhombencephalon) : এটি প্রধানত **পনস ভেরোলি** (Pons varoli), **সুষুম্নাশীর্ষক** বা **মেডালা অবলংগাটা** (Medulla oblongata) ও লঘুমস্তিষ্ক বা **সেরেবেলম** (Cerebellum) নিয়ে গঠিত।

(i) **সেতুমস্তিষ্ক** বা **পনস ভেরোলি** (Pons varoli) : এটি একদিকে মধ্যমস্তিষ্ক ও অপরদিকে সুষুম্নাশীর্ষকের মধ্যে সেতুর মতো যোগাযোগ রক্ষা করে। সেতুমস্তিষ্কের সম্মুখভাগ মুক্ত, কিন্তু পশ্চাৎভাগ লঘুমস্তিষ্ক দ্বারা আবৃত থাকে। মস্তিষ্কের অন্যান্য অংশের মতো পনস শ্বেতবস্তু ও ধূসরবস্তু নিয়ে গঠিত। পনস দুটি অংশে বিভক্ত—**বেসিলার** (basilar) ও **টেগমেণ্টম** (tegmentum)। শ্বসন, মূত্রত্যাগ, চোয়ালনাড়া, অক্ষিগোলকের পার্শ্ব বিচলন, মুখের অভিব্যক্তি ও লালাক্ষরণ প্রভৃতি কাজকে সেতুমস্তিষ্ক নিয়ন্ত্রণ করে।

(ii) **লঘুমস্তিষ্ক** বা **সেরেবেলম** (Cerebellum) : পরাঙ মস্তিষ্কের বৃহত্তম এই অংশটি সুষুম্নাশীর্ষক বা মেডালা অবলংগাটা সেতু মস্তিষ্ক বা পনস-এর পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত। লঘুমস্তিষ্কও ভারমিস (Vermis) নামে যোজক দ্বারা দুটি গোলার্ধে বিভক্ত। এর প্রধান কাজ হল দেহের ভারসাম্য রক্ষা করা।

(iii) **সুষুম্নাশীর্ষক** বা **মেডালা অবলংগাটা** (Medulla oblongata) : এটি পরাঙমস্তিষ্কের সবচেয়ে পিছনের অংশ, অর্থাৎ মস্তিষ্কের একেবারে নীচের অংশ। এই স্থূল উর্ধ্বাংশ পনস্-এর সঙ্গে যুক্ত এবং নিম্নাংশ ক্রমশঃ সরু হয়ে সুষুম্নাকাণ্ড বা স্পাইনাল কর্ডের সঙ্গে যুক্ত। এর দৈর্ঘ্য 2 সেন্টিমিটার, স্থূল অঞ্চলে প্রস্থ 2 সেন্টিমিটার। এখানে বিভিন্ন নার্ভকেন্দ্র থাকায় শ্বসন, হৃৎপিণ্ডের সংকোচন প্রসারণ, বমন, লালা ক্ষরণ প্রভৃতি নানাবিধ কাজ এর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।



চিত্র : 15.20 মানুষের প্রান্তস্থ ও স্বত:ক্রিয় নার্ভতন্ত্র

B **সুষুম্নাকাণ্ড** বা **স্পাইনাল কর্ড** (Spinal Cord) : সুষুম্নাশীর্ষকের পিছন থেকে মেরুদণ্ডের শেষ পর্যন্ত বিস্তৃত এবং মস্তিষ্ক বাদে কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের শেষাংশকে সুষুম্নাকাণ্ড বলে। এটি বিভিন্ন প্রতিবর্তক্রিয়া পরিচালনা করে এবং বিভিন্ন অঙ্গপ্রত্যঙ্গ ও জ্ঞানেন্দ্রিয়ের সঙ্গে মস্তিষ্কের যোগাযোগ রক্ষা করে।

(2) **প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র** (Peripheral Nervous System) : মস্তিষ্ক থেকে নির্গত 12 জোড়া **করোটিক নার্ভ** (cranial nerve) ও সুষুম্নাকাণ্ড থেকে নির্গত 31 জোড়া **সুষুম্না নার্ভ** (spinal nerve) একত্রে প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র গঠন করে।

প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্রের ডেনড্রাইটগুলির মুক্ত প্রান্ত সরাসরি গ্রাহক হিসেবে কাজ করে। এরা উদ্দীপনাকে আবেগে পরিণত করে এবং শ্রেণীবদ্ধভাবে সাজানো নিউরনের মাধ্যমে সেই আবেগকে প্রতিবেদন অঙ্গে পাঠায়।

(3) **স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র** (Autonomic nervous systems) : যেসব অঙ্গ ও গ্রন্থির কার্যকলাপ আমাদের নিয়ন্ত্রাধীন নয়—সেগুলিকে স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র নিয়ন্ত্রণ করে। এটি নার্ভ-গ্যাংলিয়া, নার্ভ ও নার্ভের শাখা-প্রশাখা নিয়ে গঠিত। স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র **সিমপ্যাথেটিক**

(Sympathetic) ও **প্যারাসিমপ্যাথেটিক** (Parasympathetic)—এই দু'ভাগে বিভক্ত। সিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র সুষুম্নাকাণ্ডের দু'পাশে সারিবদ্ধভাবে পরস্পর যুক্ত গ্যাংলিয়া নিয়ে গঠিত, কিন্তু প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্রের অন্তর্গত গ্যাংলিয়াগুলি পৃথক পৃথকভাবে বিভিন্ন অভ্যন্তরীণ অঙ্গের নিকটে সাজান থাকে।

কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের বিভিন্ন অংশের সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করা ছাড়াও এরা উভয়েই একই অঙ্গের উপর নিজ নিজ প্রভাব বিস্তার করে। তাই একই সঙ্গে বিন্যস্ত একজোড়া বহিঃমুখ নার্ভতন্তুর মধ্যে একটি আসে সিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র থেকে এবং অপরটি আসে প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র থেকে। উভয় নার্ভতন্ত্রের ধর্ম পরস্পর বিপরীত। এই ধরনের বিপরীত কার্যকলাপের ফলে এদের নিয়ন্ত্রণাধীন অঙ্গসমূহ শৃঙ্খলাবদ্ধভাবে কাজ করে চলে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long Answer/Essay type questions]

1. মানুষের কঙ্কালতন্ত্রের শ্রেণীবিভাগ কর। করোটির ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। [Classify the skeletal system of human. Draw and label different parts of skull.] [উ: 15.2 (ii) দেখ]

2. উপাঙ্গিক কঙ্কাল বলতে কি বোঝ? মানুষের উপাঙ্গিক কঙ্কালের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [What do you mean by appendicular skeleton? Give a brief account of appendicular skeleton.] [উ:। 15.2 (ii) দেখ]

3. মায়োলজি কি? কাঁধ ও বাহুর পেশীর সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [What is myology? Give a brief account of the muscles of shoulder and arm.] [উ:। 15.3 (I) দেখ]

4. মানুষের পাচনতন্ত্রের ছবি এঁকে বিভিন্ন অংশ লেবেল কর। পাচনতন্ত্রের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট বৃহত্তম গ্রন্থিটির নাম কর। এটি কি উৎপাদন করে? [Draw and describe different parts of the digestive system of man. Name the largest digestive gland associated with the digestive system. What is its product?] [উ:। 15.4 অন্তর্গত চিত্র; যকৃৎ; এটি পিত্ত উৎপাদন করে]

5. একটি মানব হৃৎপিণ্ডের গঠন বর্ণনা কর। হৃৎপিণ্ড কি ধরনের পেশী দ্বারা গঠিত? [Describe the structure of a human heart. Which type of muscle is it made up of?] [উ:। 15.5 দেখ]

6. রক্তপাত কাকে বলে? তিনটি রক্তবাহের ছবি এঁকে তাদের পারস্পরিক সম্বন্ধ দেখাও। সুস্থ পরিণত ব্যক্তির হৃৎপিণ্ড মিনিটে কতবার স্পন্দিত হয়? [What are called blood vessels? Draw three types of blood vessels and show their interrelationship. How many times the heart of a healthy adult beat per minute?] [উ:। 15.5 দেখ]

7. মানুষের শ্বসনতন্ত্রের অন্তর্গত অঙ্গগুলির নাম উল্লেখ কর। শ্বসনকালে এরা কিভাবে কাজ করে ব্যাখ্যা কর। [Enumerate the parts involved in human respiratory system. Explain how it function doing respiration.] [উ:। 15.6 দেখ]

8. বৃক্ক কোন্ তন্ত্রের অন্তর্গত? এর কাজ কি? বৃক্কের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট অঙ্গাদির নাম ও কাজের বিবরণ দাও। [Which system does a kidney belong to? What are its functions? Name the organs associated with it and state their functions.] [উ:। 15.7 দেখ]

9. মানবদেহের একটি রেখাচিত্র এঁকে বিভিন্ন এণ্ডোক্রিন গ্রন্থির অবস্থান দেখাও। [Draw an outline of the human body and show the position of different endocrine glands therein.] [উ:। 15.8 দেখ]

10. মানুষের পুং ও স্ত্রী জননতন্ত্রের সচিত্র বিবরণ দাও। [Give an illustrated account of the male and female reproductive systems of human body.] [উঃ। 15.9 দেখ]

11. মানুষের নার্ভতন্ত্রের শ্রেণীবিভাগ কর। মানুষের বিভিন্ন প্রকার নার্ভতন্ত্র সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। [Classify the nervous system of man. Discuss about various types of nervous system of man.] [উঃ। 15.10 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions.]

12. অন্তঃকঙ্কাল ও বহিঃকঙ্কাল কাকে বলে? এদের কয়েকটি উদাহরণ দাও। প্রথম কশেরুকার নাম কর। [Which are called exoskeleton and endoskeleton ? Give a few examples of them. Name the first vertebra.] [উঃ। 15.2 দেখ]

13. মেরুদণ্ড গঠনকারী বিভিন্ন প্রকার কশেরুকার নাম কর। উরঃফলক কি? কঙ্কালতন্ত্রে এর ভূমিকা কি? [Name various types of vertebrate constituting the vertebral column. What is sternum ? What is its role in a skeletal system.]
[উঃ। 15.2 মেরুদণ্ড অংশ দেখ]

14. মানুষের উরশ্চক্রের গঠন বর্ণনা কর। উরশ্চক্রের সঙ্গে যুক্ত উপাঙ্গিক কঙ্কালের বিভিন্ন অংশের নাম কর। [Describe the pectoral girdle of human body. Name various parts of an appendicular skeleton associated with pectoral girdle.] [উঃ। 15.2 (ii) দেখ]

15. পেক্টোরালিস মেজর পেশী কোথায় অবস্থিত? এর কাজ কি? বাইসেপস ও ট্রাইসেপস পেশীর কাজ কি? [Where does pectoralis major occur ? What is its function ? What are the functions of biceps and triceps muscle ?] [উঃ। 15.3 (ii) দেখ]

16. লালাগ্রন্থির অবস্থান এঁকে দেখাও। কোলন কাকে বলে? কোলনের অংশগুলির নাম কর। [Point out the position of salivary glands in a diagram. What is colon ? Name its different parts.] [উঃ। 15.4 (v) ও (iv) দেখ]

17. মানুষের হৃৎপিণ্ডের মধ্যে দিয়ে রক্ত সংবহন পথ ছবি এঁকে দাও। [Show the circulation path in the diagram of a human heart.] [উঃ। 15.5 (i) দেখ]

18. আলজিবের কাজ কি? শ্বাসনালী কোথায় গিয়ে শেষ হয়? বায়ুস্থলীর গঠন ছবি এঁকে দেখাও। [What is the function of epiglottis ? Where does trachea end ? With the help of diagram show the structure of alveoli.]
[উঃ। 15.6 (iii), (iv) ও (v) দেখ]

19. মূত্রনালীর সঙ্গে পুংজননতন্ত্রের কোন সম্বন্ধ আছে কি? বৃক্কের কাজ কি? বৃক্ক ছাড়া অন্য কয়েকটি রেচন অঙ্গের নাম কর। [Is there any relation of urethra with male reproductive organ ? What are the functions of kidney ? Name a few excretory organs other than kidney.] [উঃ। 15.7 দেখ]

20. ফ্যালোপিয়ান নালী ও এপিডিডাইমিস বলতে কি বোঝ? স্ক্রোটম দেহের বাইরে ঝুলে থাকে কেন? [What do you mean by fallopian tube and epididymis ? Why does scrotum hang outside the body ?] [উঃ। 15.9 দেখ]

21. মানব মস্তিষ্কের গঠন চিত্রযোগে বর্ণনা কর। [With the help of a diagram describe a human brain.] [উঃ। 15.10A দেখ]

22. স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র বলতে কি বোঝ? প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র কি কি নিয়ে গঠিত? [What do you understand by autonomic nervous system ? What are the constituents of peripheral nervous system ?] [উঃ। 15.10(3) ও (2) দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

23. মানবদেহের এককগুলির নাম কর। এদের যে কোন একটির সংজ্ঞা দাও। [Name the units of human body. Define any one of them.] [উঃ। 15.2 (i) দেখ]

24. কঙ্কালের কাজ কি? [What are the functions of skeleton ?] [উঃ। 15.2 (i) দেখ]

25. মানুষের করোটিতে কতগুলি অস্থি আছে? মুখমণ্ডলের যে কোন একটি অস্থির নাম কর। [How many bones are there in human skull? Name any one of the facial bones.] [উঃ। 15.2 (ii) করোটি অংশ দেখ]

26. মানুষের ফিমরের গঠন ছবি এঁকে দেখাও। প্যাটেলা কোথায় থাকে? [Draw the structure of human femur. Where is patella situated ?] [উঃ। 15.2 (II) পায়ের অস্থি দেখ]

27. মানুষের উরঃশ্চক্র বা শ্রোণীচক্রে কি কি অস্থি থাকে? পিউবিস ও সিমফাইসিস কি? [What are the bones which make up pectoral girdle or pelvic girdle of human beings. What is pubis symphysis ?] [উঃ। 15.2 (II) অন্তর্গত উরঃশ্চক্র ও শ্রোণীচক্র অংশ দেখ]

28. একটি গলার ও একটি ধরের পেশীর নাম কর। [Name one each of neck muscle and trunk muscle.] [উঃ। 15.3 (ii) দেখ]

29. হেটারোডন্ট কথাটির অর্থ কি? মানুষের দাঁতের ফরমুলা লেখ। [What is meant by heterodont ? Give the dental formula of human being.] [উঃ। 15.4 (i) দেখ]

30. ইউস্টেসিয়ান নালীর মুখ কোথায় উন্মুক্ত হয়? এই অবস্থার তাৎপর্য কি? [Where does the mouth of eustachian tube open ? What is its significance ?] [উঃ। 15.4 (i) শেষাংশ দেখ]

31. কোলনের দৈর্ঘ্য কত? অ্যাপেনডিক্স কাকে বলে? [What is the length of colon ? What is appendix ?] [উঃ। 15.4 (iv) দেখ]

32. বাম অলিন্দ ও বাম নিলয়ের মধ্যে কি ধরনের কপাটক থাকে? অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটক কোথায় থাকে? [What is the type of valves present in between left auricle and left ventricle ? Where is semilunar valve located ?] [উঃ। 15.5 (i) দেখ]

33. বৃক্কের আকৃতি কেমন? গবিনীর দৈর্ঘ্য কত? [What is the shape of a kidney ? What is the length of a ureter ?] [উঃ। 15.7 (i) ও (ii) দেখ]

34. ডুরাম্যাটার কি? পন্স কি ও কোথায় অবস্থিত? [What is durmater ? What is pons and where is it located ?] [উঃ। 15.10 (I) A ও 3 দেখ]

35. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ [Write short notes on] :

(1) সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ার (Cerabral hemisphere), (2) ভোমার (Vomer), (3) স্যাক্রম (Sacrum), (4) ক্লভিকল (Clavicle), (5) স্কাপুলা (Scapula), (6) নিতম্বাস্থি (Hip bone), (7) মধ্যচ্ছদা (Diaphragm), (8) শ্রোণীচক্র (Pelvic girdle), (9) আম্পুলা অব্ ভাটার (Ampula of Vater), (10) প্রস্টেট গ্রন্থি (Prostate gland) (11) ধূসর পদার্থ (Grey matter), (12) সুষুম্নাশীর্ষক (Medulla oblongata), (13) সেরেবেলম (Cerebellum), (14) মেসেন-কেফালন (Mesencephalon). [উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

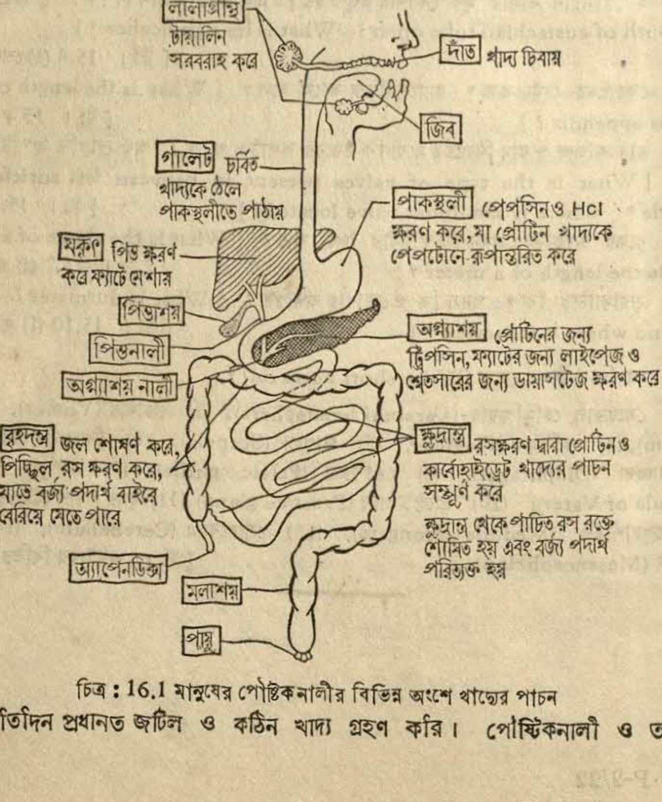
16 ॥ খাদ্য ও বিপাক ॥

Syllabus : Digestion of food in the alimentary canal. Absorption of food and their fate.

16.1. সূচনা [Introduction]

খাদ্য ছাড়া জীব বাঁচে না। খাদ্যই হল ইন্ধন যা থেকে প্রতিটি জীব তার বাঁচার পক্ষে অপরিহার্য শক্তির রসদ সংগ্রহ করে। শক্তির যোগান ছাড়াও দেহের ক্ষয়পূরণ ও বৃদ্ধির জন্যও খাদ্য প্রয়োজন। আমরা প্রাণীরা উদ্ভিদের মতো নিজ দেহে খাদ্য উৎপাদন করতে পারি না, বাইরে থেকে খাদ্য সংগ্রহ করি। আমাদের খাদ্যের উৎস হল উদ্ভিদ ও প্রাণী। এইসব উৎস থেকে আমরা যেসব খাদ্য গ্রহণ করি সেগুলি সরাসরি দেহের কাজে লাগে না। কাজে লাগাবার আগে সেগুলিকে শোষণযোগ্য সরল ও তরল খাদ্যে পরিণত করে নিতে হয়। এই কাজে দেহস্থ যে তন্ত্রটি সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করে সেটি হল **পৌষ্টিকতন্ত্র** বা **পাচনতন্ত্র**। এই তন্ত্রের মধ্যেই জটিল খাদ্যের পাচন বা পরিপাক ঘটে।

16.2. পৌষ্টিকনালীতে খাদ্যের পাচন [Digestion of food in the Alimentary canal]



চিত্র : 16.1 মানুষের পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে খাদ্যের পাচন

আমরা প্রতিদিন প্রধানত জটিল ও কঠিন খাদ্য গ্রহণ করি। পৌষ্টিকনালী ও তৎসংলগ্ন

বিশেষ বিশেষ গ্রন্থি নিঃসৃত নানারকম **এনজাইমের** সাহায্যে ঐসব জটিল খাদ্যবস্তুকে ক্ষুদ্রতম এককে বিশ্লিষ্ট ক'রে তাকে দেহে শোষণোপযোগী পদার্থে পরিণত করার নাম **পাচন** বা **পরিপাক**। পরিপাকে সাহায্যকারী পৌষ্টিকনালীর প্রধান অংশগুলি হল—**মুখগহ্বর, পাকস্থলী** ও **ক্ষুদ্রান্ত্র**। এইসব স্থানেই লালাগ্রন্থি, যকৃৎ ও অগ্ন্যাশয় নামে পরিপাক গ্রন্থিগুলি অবস্থিত।

পাচনক্রিয়ায় প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে বিভিন্ন ধরনের এনজাইম অংশগ্রহণ করে। লালাগ্রন্থি নিঃসৃত **লালারস** (Saliva), পাকস্থলী নিঃসৃত **পাকস্থলী রস** (Gastric juice), অগ্ন্যাশয় নিঃসৃত **অগ্ন্যাশয় রস** (Pancreatic juice), যকৃৎ নিঃসৃত **পিত্ত** (Bile) এবং অন্ত্র নিঃসৃত **আন্ত্রিক রস** (Intestinal juice or Succus entericus)-এ এইসব এনজাইম মিশে থাকে। এনজাইম দ্বারা জটিল খাদ্যের যথোচিত পরিপাক* না ঘটলে সেগুলিকে দেহে শোষণ করা সম্ভব হয় না এবং স্বভাবতই রক্ত সংবহন মাধ্যমে শরীরের কোষে কোষে পৌঁছোতে পারে না। যাইহোক পৌষ্টিকনালীর কোথায় কোন্ খাদ্যের কিভাবে পরিপাক ঘটে সে সম্বন্ধে নীচে আলোচনা করা হল।

16.3. মুখগহ্বরে পাচন [Digestion in buccal cavity]

মুখগহ্বরে প্রবেশ করার সঙ্গে সঙ্গে কঠিন খাদ্যবস্তুকে জিব কষের দাঁতের কাছে ঠেলে দেয়। সেখানে একদিকে যেমন চিবানোর কাজ চলতে থাকে অন্যদিকে তেমনি লালাগ্রন্থি** নিঃসৃত **লালারস** খাদ্যের সঙ্গে মিশতে থাকে। এতে খাদ্যপিণ্ডকে গলাধঃকরণ করার কাজ সহজ হয়। খাদ্য গলাধঃকরণ করতে সাহায্য করা ছাড়াও লালারসের প্রধান কাজ হল ভাত, রুটি, আলু প্রভৃতি **শ্বেতসার** বা **কার্বোহাইড্রেটজাতীয় খাদ্যকে পরিপাকে সাহায্য করা**। লালারসে পরিপাকের কাজ শুরু হলেও আন্ত্রিকরসের সাহায্যেই দ্বিশর্করা বা যৌগশর্করার পরিপাক শেষ হয়।

(i) **লালারসের প্রকৃতি** (Nature of saliva) **:** লালারসে কার্বোহাইড্রেট খাদ্যের আর্দ্রবিশ্লেষণকারী দু'ধরনের এনজাইম বর্তমান—(1) **লালাস্রাবী অ্যামাইলেজ** (Salivary amylase) বা **টায়ালিন** (Ptyalin) এবং অল্পপরিমাণে (2) **মলটেজ** (Maltase)***।

(ii) **টায়ালিনের ক্রিয়াস্থল** (Site of Ptyalin action) **:** মুখগহ্বরে

---

* গ্লুকোজ ও ফ্রাকটোজ, সেডোহেপটুলোজ প্রভৃতি **একক শর্করা** (monosaccharide) জাতীয় সরল খাদ্য এবং খনিজলবণ, ভাইটামিন, জল প্রভৃতি পদার্থগুলি সরাসরি পৌষ্টিকনালীতে শোষিত হয়—এদের পরিপাকের প্রয়োজন হয় না।

** মানবদেহে একজোড়া করে **প্যারটিড, সাবলিঙ্গুয়াল** ও **সাবম্যাক্সিলারী** অর্থাৎ তিনজোড়া লালাগ্রন্থি আছে। গ্রন্থির কোষগুলি দু'ধরনের—**সিরাস** (Serous) এবং **মিউকাস** (Mucous)। **গ্রন্থিগুলিও তাই প্রধানত দু'ধরনের**। প্যারটিড গ্রন্থি পুরোপুরি সিরাস কোষ, সাবলিঙ্গুয়াল গ্রন্থি প্রধানত মিউকাস কোষ এবং সাবম্যাক্সিলারী গ্রন্থি মিশ্র হলেও মানুষের ক্ষেত্রে প্রধানত সিরাস কোষ দিয়ে গঠিত। সিরাস নিঃসৃত রস পাতলা জলীয় পদার্থ, যাতে কঠিন পদার্থের পরিমাণ কম ও জটিল শর্করা-বিশ্লেষণকারী **টায়ালিন** (ptyalin) জাতীয় এনজাইম বেশী থাকে। মিউকাস কোষের ক্ষরণ অপেক্ষাকৃত গাঢ় ও আঠাল এবং এতে শ্লেষ্মা বা মিউকাসের পরিমাণ বেশী থাকে।

*** লালারসে মলটোজের উপস্থিতি সম্বন্ধে ধারণা এখনও সন্দেহাতীত নয়।

টায়ালিনের কাজ শুরু হলেও পাকস্থলীতেই (HCl-এর গাঢ়ত্ব বৃদ্ধির আগেই) টায়ালিনের ক্রিয়াকলাপের প্রাধান্য লক্ষ্য করা যায়। প্রায় আধঘণ্টার কিছু বেশী সময় ধরে সেখানে শর্করাখাদ্যের আর্দ্রবিশ্লেষণ চলে এবং ভাত, আলু, রুটি প্রভৃতি শ্বেতসারজাতীয় খাদ্যকে টায়ালিন **মলটোজ** (Maltose) ও **মলটোজ সদৃশ পদার্থে** (Isomaltose) পরিণত করে।

(iii) **টায়ালিন দ্বারা কার্বোহাইড্রেট পরিপাকের ক্রমপর্যায়** (Stages of Ptyalin digestion of carbohydrate)

সিদ্ধ শর্করা বা ভাতের উপর টায়ালিনের ক্রিয়ার ধাপগুলি নীচের ছকে দেখান হল :—

সিদ্ধভাত ... (আয়োডিনের সংস্পর্শে রং হয় **নীল**)
↓
দ্রবণীয় ভাত ... („)
↓ ↓
মলটোজ | **এরিথ্রোডেক্সট্রিন** ... (আয়োডিনের সংস্পর্শে রং হয় **লাল**)
↓ ↓
মলটোজ | **আক্রোডেক্সট্রিন** ... (আয়োডিনের সংস্পর্শে **বর্ণহীন**)
↓ ↓
মলটোজ | **মলটোজ সদৃশ পদার্থ** ... („)

মনে রাখতে হবে **মুখগহ্বরে কেবল কার্বোহাইড্রেট খাদ্যেরই পাচন সম্ভব** ; অর্থাৎ এখানে প্রোটিন বা ফ্যাটজাতীয় খাদ্যের পাচন আদৌ সম্ভব নয়।

(iv) **লালারসের উপাদান** (Composition of Saliva)

সারাদিনে প্রায় 1,200—1,500 মিলিলিটার লালারস উৎপন্ন হয়। খাবার সময়ে বেশী পরিমাণ ক্ষরিত হয়।

1. জল—99·5%
2. কঠিন পদার্থ—0·5%

(a) অজৈব লবণ—0·2% (সোডিয়ম ক্লোরাইড, পটাশিয়ম ক্লোরাইড, আম্লিক ও ক্ষারীয় সোডিয়ম ফসফেট, ক্যালসিয়ম কার্বোনেট, পটাশিয়ম থায়োসায়ানেট ইত্যাদি)।

(b) জৈব পদার্থ—0·3% (টায়ালিন, মিউসিন, ইউরিয়া ইত্যাদি)।

3. গ্যাসীয় পদার্থ : অল্পপরিমাণ O_2, CO_2 ও N_2।

4. বিভিন্ন প্রকার কোষ : ব্যাকটিরিয়া, ঈস্ট, প্রোটোজোয়া, বিশেষ ধরনের শ্বেতরক্তকণিকা ও এপিথেলীয় কোষ।

(v) **লালারসের কাজ** (Functions of Saliva)

1. A. মিউসিনের সাহায্যে—

1. মুখকে সিক্ত রেখে কথা বলতে সাহায্য করে।
2. ভিজিয়ে নরম ক'রে খাদ্য বস্তুকে চিবোতে সাহায্য করে।
3. মুখগহ্বরের মিউকাস পর্দাকে ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে।
4. মুখে থেকে যাওয়া খাদ্য পরিষ্কার ক'রে ব্যাকটিরিয়া জন্মানোর বাধা দান করে।

B. টায়ালিনের সাহায্যে

1. সিদ্ধ শ্বেতসার (ভাত)-কে মলটোজ ও মলটোজসদৃশ পদার্থে বিশ্লিষ্ট করে।

C. মলটেজের সাহায্যে মলটোজকে গ্লুকোজে রূপান্তরিত করে।

2. রেচন : ইউরিয়া প্রভৃতি পদার্থ রেচনে সাহায্য করে।

3. স্বাদানুভূতি যোগায়।
4. জলের ভারসাম্য রক্ষা করে।
5. ব্যাকটিরিয়াকে ধ্বংস করে।

16.4. শুখনো রুটি অনেকক্ষণ চিবোলে মিষ্টি লাগে কেন? (Why does a dry bread taste sweet after a long mastication?) শুকনো রুটি অনেকক্ষণ চিবোলে তাতে প্রচুর লালারস মেশার সুযোগ পায়। এর ফলে রুটির শ্বেতসারের পরিপাক সুরু হয়। আগের পাতার ছক থেকে এটা পরিষ্কার যে, মুখের মধ্যেই শ্বেতসার আংশিকভাবে ভেঙ্গে গিয়ে মলটোজ উৎপাদন করে। মলটোজ চিনির মতো একধরনের শর্করা। তাই শুখনো রুটি অনেকক্ষণ চিবোলে মিষ্টি লাগে।

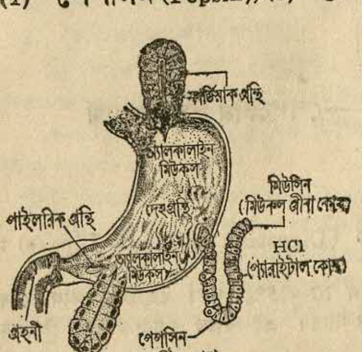
16.5. পাকস্থলীতে পাচন [Digestion in Stomach]

গলাধঃকরণের সঙ্গে সঙ্গে খাদ্য মুখগহ্বর থেকে গ্রাসনালী মাধ্যমে পাকস্থলীতে নেমে আসে। পাকস্থলী খাদ্য পরিপাকের অন্যতম প্রধান অঙ্গ। এখানে প্রধানত প্রোটিন খাদ্যের* পাচন হয়। পাকস্থলীর রসে শুরু হলেও প্রোটিনের পাচন শেষ হয় আন্ত্রিক রসে। পাকস্থলী-রসস্থ **পেপসিন** দ্বারা প্রোটিন পেপটোনে পরিণত হয়। তাছাড়া এখানকার **লাইপেজ** ফ্যাট জাতীয় খাদ্যকে আংশিকভাবে পরিপাক করে।



চিত্র : 16.2 অণুদৈর্ঘ্যচ্ছেদে পাকস্থলী

(i) পাকস্থলী রসের প্রকৃতি (Nature of Gastric juice) : পাকস্থলীর রসে প্রধানত তিন ধরনের এনজাইম থাকে— (1) **পেপসিন** (Pepsin), (2) **রেনিন** (Renin) এবং (3) **লাইপেজ** (Lipase)। এছাড়া এই রসে মিশে থাকে **হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড** (HCl)।



চিত্র : 16.3 পাকস্থলীর গ্রন্থিসমূহের বিন্যাস ও কাজ

(ii) পেপসিন দ্বারা প্রোটিন পরিপাক (Digestion of protein by Pepsin) : পাকস্থলীতে নেমে এলেই সঙ্গে সঙ্গে পাকস্থলী রস দ্বারা খাদ্যের পরিপাক শুরু হয় না, কেননা তখনও অন্তত 15—20 মিনিটকাল টায়ালিনের কাজ চলতে থাকে। এরপর পাকস্থলীর HCl খাদ্যে মেশার ফলে খাদ্য হয়ে যায় তীব্র অম্লযুক্ত। এতে একদিকে যেমন টায়ালিনের কাজ বন্ধ হয়, অন্যদিকে তেমনি মাংসের নরম হাড় বা মাছের কাঁটার ক্যালসিয়ম দ্রবীভূত হতে শুরু করে। তাছাড়া জীবাণু ধ্বংসের কাজেও HCl সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করে। **পেপসিন** হল পাকস্থলী রসের

---

* পাকস্থলীর রসে কার্বোহাইড্রেট বিশ্লেষণকারী কোন এনজাইম না থাকলেও এখানকার HCl সুক্রোজ (sucrose)-কে অংশত আর্দ্র বিশ্লেষিত করতে পারে।

এক ধরনের **প্রোটিওলাইটিক এনজাইম**, HCl-এর সংস্পর্শে পেপসিন অত্যন্ত সক্রিয় হয়ে ওঠে এবং পাচনযোগ্য সমস্ত প্রোটিনকে **পেপটোন** পর্যায় পর্যন্ত বিশ্লিষ্ট করে।*

নীচে পাকস্থলীতে **প্রোটিন**** **পরিপাকের ক্রমপর্যায়** ছকের সাহায্যে দেখান হল :—

প্রোটিন
↓
অ্যাসিড মেটাপ্রোটিন
↓
মুখ্য প্রোটিওজ
↓
গৌণ প্রোটিওজ
↓
পেপটোন·········→অ্যামাইনো অ্যাসিড

(iii) **রেনিন দ্বারা প্রোটিন পরিপাক** (Digestion of Protein by Rennin) : দুধের প্রোটিন হল **কেজিনোজেন** (Caseinogen)। গরুর দুধে প্রচুর কেজিনোজেন থাকে (2·7%)। মানুষের দুধে এর পরিমাণ অনেক কম (0·3%)। দুধের প্রোটিনের জৈবমূল্য খুব বেশী, কারণ কেজিনোজেনকে প্রথম শ্রেণীর প্রোটিন ধরা হয়। রেনিন দুধের প্রোটিন অর্থাৎ কেজিনোজেনকে **তঞ্চিত** (coagulate) করে। সহজ কথায় একে দুধের ছানা কেটে যাওয়া বলে। ক্যালসিয়ম আয়নের (Ca^{++}) উপস্থিতিতে একাজটি সম্পন্ন হয়। রেনিন প্রথমে কেজিনোজেনকে **দ্রবণীয় কেজিন** (soluble casein) ও **পেপটোন সদৃশ পদার্থ** (Peptone like substances)—এই দুটি অংশে ভেঙ্গে ফেলে। পরে দ্রবণীয় কেজিনের সঙ্গে ক্যালসিয়ম মিলিত হয়ে **ক্যালসিয়ম কেজিনেট** (Calcium caseinate) গঠন করে। নীচে ছকের মাধ্যমে প্রক্রিয়াটি দেখান হল :—

কেজিনোজেন
↓
দ্রবণীয় কেজিন←——————→**পেপটোন সদৃশ পদার্থ**
| $+Ca^{++}$
↓
ক্যালসিয়ম কেজিনেট

(iv) **লাইপেজ দ্বারা ফ্যাট পরিপাক** (Digestion of fat by Lipase) :

* পাকস্থলীর কাজ করার ক্ষমতা স্বাভাবিক থাকলে 10—15% পর্যন্ত প্রোটিন ভেঙ্গে শেষ শোষণযোগ্য পদার্থ অর্থাৎ অ্যামাইনো অ্যাসিডে পরিণত হতে পারে। এই কাজে অগ্ন্যাশয় রসস্থ ট্রিপসিন যথেষ্ট সাহায্য করে।

** খাদ্যের সঙ্গে মিশে থাকা প্রোটিনের প্রকৃতি নানা রকম যেমন—

(1) অ্যালবুমিন ও গ্লোবিউলিন (Albumin and globulin) (2) নিউক্লিয়প্রোটিন (Nucleo-protein) (3) কোলাজেন ও জিলাটিন (Collagen and Gelatin), (4) মিউসিন (Mucin) ইত্যাদি। পেপসিন, অ্যালবুমিন ও গ্লোবিউলিন জাতীয় প্রোটিনকে পেপটোনে পরিবর্তিত করলেও নিউক্লিয়-প্রোটিনকে → নিউক্লিন-এ; কোলাজেন ও জিলাটিনকে → জিলাটিন পেপটোন-এ; মিউসিনকে → গ্লুকোসায়ামিন-এ পরিবর্তিত করে।

পাকস্থলীর রসে অল্প পরিমাণে **লাইপেজ** থাকে। এটি বিশেষ ধরনের লাইপোলাইটিক এনজাইম (lipolytic enzyme)। লাইপেজ ফ্যাটকে 1 অণু **গ্লিসারল** (Glycerol) ও 3 অণু **ফ্যাটি অ্যাসিড** (Fatty acid) এ বিশ্লিষ্ট করে। নীচের ছকে প্রক্রিয়াটি দেখান হল—

ফ্যাট

↓ + লাইপেজ

↓ ↓

ফ্যাটি অ্যাসিড **গ্লিসারল**

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে, লাইপেজের কাজ কেবল অল্প অ্যাসিড মাধ্যমে সম্ভব, কারণ 0·02% HCl-এ মাত্র 15 মিনিট থাকলেই এর কাজ করার ক্ষমতা নষ্ট হয়ে যায়। তাই পাকস্থলীর রসে যখন HCl-এর পরিমাণ খুবই কম থাকে সেই প্রাথমিক অবস্থাতেই কেবল লাইপেজ দ্বারা ফ্যাটের পাচন সম্ভবপর। এই কারণে ফ্যাট পাচনে পাকস্থলীর লাইপেজ তেমন গুরুত্ব পায় না।

পাকস্থলীর অন্তঃগাত্রের মিউকাস পর্দায় প্রায় 50 লক্ষের মতো শাখা-প্রশাখাযুক্ত পাচনগ্রন্থি আছে যেখান থেকে প্রতিবার খাদ্য গ্রহণের সময় 500—1,000 মিলিলিটার এবং সারাদিনে প্রায় 2—3 লিটারের মতো পরিপাকরস ক্ষরিত হয়। আংশিকভাবে পরিপাক হওয়ার পর পাকস্থলীর ক্রমাগত সংকোচন বা বিচলনের ফলে (চিত্র ঃ 16·5) খাদ্যবস্তু **পাকমণ্ড** বা **কাইম** (Chyme)-এ পরিণত হয়। প্রণালিকা পাকস্থলী থেকে পাইলোরস ছিদ্রপথে পাকমণ্ড অল্প অল্প করে গ্রহণীতে প্রবেশ করতে থাকে। গ্রহণী থেকেই শুরু হয় ক্ষুদ্রান্ত্র।

(v) **পাকস্থলী রসের উপাদান (Composition of Gastric juice) :**

1. জল 99·45%

2. মোট কঠিন পদার্থ 0·55%

(a) অজৈব 0·15% (সোডিয়ম, পটাশিয়ম ও ক্যালসিয়ম ক্লোরাইড; ম্যাগনেসিয়ম বাইকার্বনেট ও ফসফেট; ক্যালসিয়ম ফসফেট ইত্যাদি)।

(b) জৈব 0·40% (প্রধানত মিউসিন, পেপসিন, ক্যাথেপসিন, গ্যাসট্রিসিন, প্যারাপেপসিন, রেনিন, লাইপেজ)

(vi) **পাকস্থলী রসের কাজ (Functions of Gastric juice)**

1. HCl-এর সাহায্যে পেপসিন প্রোটিন খাদ্যকে পেপটোনে ভেঙ্গে ফেলে।

2. রেনিন দুধের কেজিনোজেনকে জমিয়ে দেয়।

3. লাইপেজ আংশিকভাবে ফ্যাটকে পরিপাক করে।

4. HCl পচনরোধক (antiseptic) এবং আংশিকভাবে সমস্ত রকম খাদ্য থেকে জল বিশ্লেষণে সাহায্য করে।

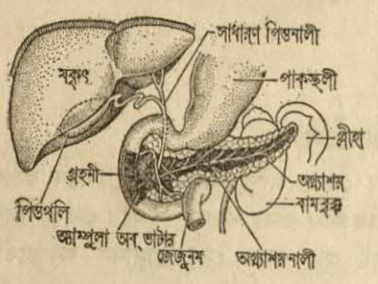
5. রেচন—ভারী ধাতুসমূহ, টক্সিন ও কোন কোন অ্যালকালয়েড পাকস্থলীর রসের সঙ্গে দেহমুক্ত হয়।

16.6. ক্ষুদ্রান্ত্রে পাচন [Digestion in small intestine]

ক্ষুদ্রান্ত্রের **গ্রহণী** বা **ডিওডেনম** (Duodenum) নামে প্রথমাংশ পাচন ক্রিয়ার দিক থেকে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ গ্রহণীর পিছনের একটি ছিদ্রপথে **সাধারণ পিত্তনালী**

(Common bile duct) যুক্ত থাকে। এটির মধ্য দিয়ে যকৃতে উৎপন্ন এবং পিত্তাশয় বা পিত্তথলিতে সঞ্চিত **পিত্ত** এবং অগ্ন্যাশয় নিঃসৃত **অগ্ন্যাশয় রস** অ্যাম্পুলা অব ভাটার মাধ্যমে গ্রহণীতে প্রবেশ করে (চিত্র : 16.4)। এইসব পাচকরস দ্বারা গ্রহণীতে পাচনক্রিয়া সুরু হয়।

[A] **গ্রহণীতে পাচন** (Digestion in Duodenum) : গ্রহণীতে পাচনক্রিয়া **পিত্ত ও অগ্ন্যাশয় রস** দ্বারা সম্পন্ন হয়।



চিত্র : 16.4 পিত্ত ও অগ্ন্যাশয় রস উৎপাদক যকৃৎ ও অগ্ন্যাশয় এবং সংশ্লিষ্ট অঙ্গের সহাবস্থান

(i) **পিত্ত দ্বারা পরিপাক** (Digestion by bile) : আগেই বলা হয়েছে পিত্ত যকৃৎ-এ উৎপন্ন হয়। পিত্তথলি নামে একটি বিশেষ থলিতে সাময়িকভাবে পিত্ত জমা থাকে। পাচনক্রিয়ার প্রয়োজনে সাধারণ পিত্তনালী পথে পিত্ত গ্রহণীতে চলে আসে।

পিত্ত (Bile) : পিত্ত যকৃৎ-এ ক্ষরণ জাত, তথা রেচনজাত পদার্থ। যকৃৎ স্বতঃস্ফূর্তভাবে পিত্ত তৈরী করতে থাকলেও কেবল খাদ্য গ্রহণের পরই তা গ্রহণীতে আসে। এ থেকেই বোঝা যায় যে, সাময়িকভাবে পিত্তকে সঞ্চয় করে রাখার প্রয়োজন হয়। পিত্তথলি হল পিত্তের প্রধান সঞ্চয়স্থল। পিত্তথলিতে অবস্থানকালে পিত্তের ঘনত্ব 5—10 গুণ বেশী থাকে এবং এর ক্ষারকত্বও অনেক কমে যায়। গড়ে প্রতিদিন পিত্ত উৎপাদনের পরিমাণ 700 মিলিলিটার। পিত্তের রং হলদেটে-সবুজ (yellowish-green) এবং এর স্বাদ তিক্ত।

পিত্তের উপাদান (Composition of bile)

1. জল—89%
   কঠিন পদার্থ—11·0%
2. অজৈব লবণ— সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রভৃতির ক্লোরাইড ও কার্বনেট এবং সোডিয়াম বাইকার্বনেট — 0·8%
3. পিত্তলবণ— সোডিয়াম টরোকোলেট ও সোডিয়াম গ্লাইকোকোলেট — 6·0%
4. মিউসিন ও রঞ্জক পদার্থ প্রধানতঃ বিলিরুবিন ও বিলিভারডিন — 3·0%
5. কোলেস্টেরল — 0·38%
6. ফ্যাট, ফ্যাটি অ্যাসিড ইত্যাদি — 0·82%

পিত্তের কাজ (Function of bile) : **পিত্ত বাঁচার পক্ষে অপরিহার্য।** এতে পরিপাক এনজাইম না থাকলেও পাচনক্রিয়ায় এর গুরুত্ব এত বেশী যে, পিত্ত উৎপাদন ও ক্ষরণ ঠিক ঠিক না হলে কারো পক্ষেই বাঁচা সম্ভব নয়। নীচে পিত্তের গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি কাজের উল্লেখ করা হল :—

1. **পরিপাক** : ফ্যাটের পাচন সম্পূর্ণ করতে বা কিছু পরিমাণ কার্বোহাইড্রেট ও প্রোটিন পাচনে সহায়তা করতে অপরিহার্য।

2. **শোষণ** : পিত্তলবণ ফ্যাট, লৌহ, ক্যালসিয়াম ও সম্ভবত খাদ্যের অন্যান্য খনিজ ছাড়া ভাইটামিন A, D, E, K এবং প্রোভাইটামিন (ক্যারোটিন) শোষণ করতে সাহায্য করে।

3. **রেচন** : পিত্ত মাধ্যমেই কোলেস্টেরল, লেসিথিন, তামা, দস্তা, পারদ, পিত্তরঞ্জক, টক্সিন প্রভৃতির রেচন হয়ে থাকে।

4. **ল্যাক্সেটিভ** : অন্ত্রের ক্রমসংকোচন বাড়িয়ে মল নির্গমণে সাহায্য করে।

5. **পাকস্থলীর অম্লত্ব হ্রাস :** পাকস্থলীর ভিতরে ঢুকে গিয়ে অম্লকে প্রশমিত করে, ফলে পাকস্থলী গাত্রের মিউকাস পর্দার ক্ষয় রোধ হয়।

ফ্যাটকে পুরোপুরি এবং প্রোটিন ও কার্বোহাইড্রেটকে আংশিকভাবে পরিপাক করতে পিত্ত অপরিহার্য। পিত্তে এমন কতকগুলি বিশেষ বিশেষ লবণ থাকে যেগুলি ফ্যাট থেকে সূক্ষ্ম **ফ্যাটের অবদ্রব** (emulsion) তৈরী হতে সাহায্য করে। অবদ্রবের সূক্ষ্ম দানাগুলি বিস্তৃত এলাকা জুড়ে ছড়িয়ে থাকে। এর ফলে **লাইপেজ** একসঙ্গে অনেকখানি জায়গা জুড়ে কাজ করার সুযোগ পায় এবং পাচনের কাজ ত্বরান্বিত হয়।

(ii) **অগ্ন্যাশয় রস দ্বারা পরিপাক** (Digestion by Pancreatic juice)

প্রতিবার খাদ্য গ্রহণের সময় 500 মিলিমিটার এবং সারা দিনে 1,500 মিলিমিটার অগ্ন্যাশয় রস ক্ষরিত হয়। এর প্রকৃতি ক্ষারীয়।

অগ্ন্যাশয় রসে প্রধানত তিন ধরনের এনজাইম থাকে, যেমন—কার্বোহাইড্রেট বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম ; প্রোটিন বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম ও ফ্যাটবিশ্লিষ্টকারী এনজাইম।

(1) **কার্বোহাইড্রেট বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম :** এগুলি হল **অগ্ন্যাশয় অ্যামাইলেজ, মলটেজ, সুক্রেজ ও ল্যাকটেজ।**

অগ্ন্যাশয় অ্যামাইলেজ (Pancreatic amylase)*—এটি রান্না করা বা রান্না না করা শ্বেতসারকে মলটোজে রূপান্তরিত করে। মলটেজ মলটোজের উপর ক্রিয়া ক'রে তাকে গ্লুকোজ অণুতে ভেঙ্গে ফেলে। এদিকে সুক্রেজ ও ল্যাকটেজ এনজাইম দুটির মধ্যে প্রথমটি সুক্রোজকে গ্লুকোজ ও ফ্রাকটোজ অণুতে এবং দ্বিতীয়টি ল্যাকটোজকে গ্লুকোজ ও গ্যালাকটোজ অণুতে ভেঙ্গে দেয়।

(2) **প্রোটিন বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম :** এগুলি হল **ট্রিপসিন, কাইমো-ট্রিপসিন, কার্বক্সিপেপটাইডেজ ও নিউক্লিয়েজ।** পেপসিনের মতো ট্রিপসিন ও কাইমোট্রিপসিন প্রথমদিকে নিষ্ক্রিয় থাকে। এদের নিষ্ক্রিয় অবস্থাকে যথাক্রমে ট্রিপসিনোজেন ও কাইমোট্রিপসিনোজেন বলে।

ট্রিপসিনোজেন ও কাইমোট্রিপসিনোজেন প্রোটিন, প্রোটিওজ এবং পেপটোনের উপর ক্রিয়া ক'রে তাদেরকে ডাইপেপটাইড ও পলিপেপটাইডে পরিণত করে। কার্বক্সিপেপটাইডেজ কার্বক্সিল মূলকযুক্ত পলিপেপাইডকে ভেঙ্গে হ্রস্বতর পেপটাইড ও অ্যামাইনো অ্যাসিডে পরিণত করে। নিউক্লিয়েজ নিউক্লিক অ্যাসিডকে নিউক্লিওটাইডে রূপান্তরিত করে।

(3) **ফ্যাটবিশ্লিষ্টকারী এনজাইম : লাইপেজ** লিপিড বা ফ্যাট বিশ্লেষণকারী এনজাইম। এটি ফ্যাটকে **ফ্যাটিঅ্যাসিড ও গ্লিসারলে** রূপান্তরিত করে।

অগ্ন্যাশয় রসের উপাদান (Composition of Pancreatic juice)

1. **অজৈব উপাদান :** অতি মাত্রায় বাইকার্বনেটের উপস্থিতি অগ্ন্যাশয় রসের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের অন্যতম কারণ। প্রধানত **সোডিয়াম, পটাশিয়াম** থাকলেও এতে অল্প পরিমাণে **ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও দস্তা** থাকে।

---

* 6 মাস পর্যন্ত বাচ্চার অগ্ন্যাশয় রসে অ্যামাইলেজ থাকে না, সেই কারণে ঐ সময় বাচ্চাকে শ্বেতসার জাতীয় খাদ্য (starchy food) দেওয়া উচিৎ নয়।

2. জৈব উপাদানঃ ট্রিপসিনোজেন, কাইমোট্রিপসিনোজেন, নিউক্লিওটাইডেজ, ইলাসটেজ, কোলাজিনেজ, প্রোকার্বক্সিপেপটাইডেজ, লাইপেজ, লেসিথিনেজ, অ্যামাইলেজ, ও কোলেস্টেরল এস্টার প্রভৃতি এনজাইম।

অগ্ন্যাশয় রসের কাজ (Functions of Pancreatic juice) :

(i) পাচনে সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে (ii) ক্ষারীয় প্রকৃতির হওয়ায় প্রায় সম পরিমাণ পাকস্থলীর রসকে প্রশমিত করে।

[B] **গ্রহণীর পরবর্তী অংশে পাচন** (Digestion in the region beyond Duodenum) :

মুখগহ্বর, পাকস্থলী ও গ্রহনীর পাচন ক্রিয়া এড়িয়ে যেসব খাদ্যবস্তু আরো নীচে নেমে আসে তাদের পাচনক্রিয়া এখানেই সম্পন্ন হয়। ক্ষুদ্রান্ত্রের প্রাকারগাত্র থেকে যে রস ক্ষরিত হয় তাকে **আন্ত্রিকরস** বা **সাকাস এনটেরিকস** (Intestinal juice or Succus entericus) বলে। পাচনক্রিয়া এখানেই সম্পূর্ণ হয় বলে আন্ত্রিক রসে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাট পরিপাককারী নানারকম এনজাইম থাকে।

(1) **কার্বোহাইড্রেট বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম :** এগুলি হল **সুক্রেজ, মলটেজ, ল্যাকটেজ ও গ্লুকোসাইডেজ**। সুক্রেজ সুক্রোজকে গ্লুকোজ ও ফ্রাকটোজে ; মলটেজ মলটোজকে গ্লুকোজে ; ল্যাকটেজ ল্যাকটোজকে গ্লুকোজ ও গ্যালাকটোজে এবং 1 : 6 গ্লুকোসাইডেজ 1 : 6 গ্লুকোসাইডকে গ্লুকোজে পরিণত করে। এইভাবে সমস্ত কার্বোহাইড্রেট-জাতীয় খাদ্য সরাসরি দেহে শোষণ উপযোগী বিভিন্ন একক শর্করায় রূপান্তরিত হয়।

(2) **প্রোটিন বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম ঃ** এগুলি হল **ইরেপসিন, পলিনিউক্লিওটাইডেজ ও নিউক্লিওসাইডেজ**। ইরেপসিন ও সংশ্লিষ্ট এনজাইমগুলি হ্রস্বতর পেপটাইড, পলিপেপটাইড এবং ডাইপেপডাইডকে পর্যায়ক্রমে ভেঙ্গে দিয়ে তাদের শোষণযোগ্য অ্যামাইনো অ্যাসিডে পরিণত করে। পলিনিউক্লিওটাইডেজ এনজাইমটি নিউক্লিক অ্যাসিডকে ভেঙ্গে নিউক্লিওটাইডে পরিণত করে এবং নিউক্লিওসাইডেজ পিউরিন বা পাইরিমিডিন নিউক্লিওসাইডকে পিউরিন বা পিউরিমিডিন বেস বা পেনটোজ ফসফেটে রূপান্তরিত করে।

(3) **ফ্যাট বিশ্লিষ্টকারী এনজাইম ঃ** এগুলি হল **আন্ত্রিক লাইপেজ** ও **লেসিথিনেজ**। স্বাভাবিক অবস্থায় অগ্ন্যাশয় লাইপেজই ফ্যাটকে পরিপাক করার পক্ষে যথেষ্ট। কিন্তু অগ্ন্যাশয় লাইপেজ দ্বারাও যদি ফ্যাট সম্পূর্ণভাবে পাচিত না হয়, তবে এই কাজটি সম্পূর্ণ করার দায়িত্ব পরে আন্ত্রিক লাইপেজের উপর। আন্ত্রিক লাইপেজ ফ্যাটকে ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারলে এবং লেসিথিনেজ লেসিথিনকে ফ্যাটি অ্যাসিড, গ্লিসারল, ফসফরিক অ্যাসিড ও কোলিনে রূপান্তরিত করে।

এইভাবে পৌষ্টিকনালীতে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটের পুরোপুরি পরিপাক ঘটে। ফলে কার্বোহাইড্রেট থেকে 3 **ধরনের গ্লুকোজ**, প্রোটিন থেকে **প্রায় 20 রকমের অ্যামাইনো অ্যাসিড** এবং ফ্যাট থেকে **ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারল** উৎপন্ন হয়। এরপর এইসব পদার্থ রক্ত-স্রোতে শোষিত হবার অপেক্ষায় থাকে।

আন্ত্রিক রসের উপাদান (Composition of succus entericus)

সারাদিনে আনুমানিক 1—2 লিটার আন্ত্রিক রস নির্গত হয়। এটি হাল্কা অম্ল ও ক্ষারীয় প্রকৃতির।

1. জল 98·5%
2. অজৈব লবণ :

   সোডিয়ম, পটাশিয়ম, ম্যাগনেসিয়ম, ক্যালসিয়ম প্রভৃতির বাই কার্বনেট, ক্লোরাইড ও ফসফেট } —0·8%

3. জৈব পদার্থ : 0·7%

   (1) এন্টেরোপেপটাইডেজ

   (2) এনজাইম—ইরেপসিন, নিউক্লিয়েজ, নিউক্লিওটাইডেজ, নিউক্লিওসাইডেজ, আরজিনেজ প্রভৃতি প্রোটিন বিশ্লেষক ; অ্যামাইলেজ, মলটেজ, আইসোমলটেজ, সুক্রেজ, ল্যাকটেজ, প্রভৃতি কার্বোহাইড্রেট বিশ্লেষক ; লাইপেজ নামে ফ্যাট বিশ্লেষক এবং অন্যান্য কিছু এনজাইম থাকে।

   (3) মিউসিন

আন্ত্রিক রসের কাজ [Functions of Succus entericus]

উল্লিখিত বিভিন্ন প্রকার এনজাইমের সাহায্যে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাট জাতীয় খাদ্যের পরিপাক সম্পূর্ণ করে।

16.7. পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটের পাচনের সংক্ষিপ্তসার [Summary showing the digestion of Carbohydrate, Protein and Fat in different regions of alimentary canal]

A. কার্বোহাইড্রেট পাচন (Carbohydrate digestion)

পরিপাকস্থল/এনজাইম	যার উপর বিক্রিয়া করে	বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ
(a) মুখবিবর		
1. টায়ালিন	শ্বেতসার	মলটোজ ও মলটোজ সদৃশ পদার্থ
2. মলটেজ	মলটোজ	গ্লুকোজ
(b) পাকস্থলী		
1. HCl	সুক্রোজ	গ্লুকোজ, ফ্রাকটোজ
(c) অগ্ন্যাশয়		
1. অ্যামাইলেজ	শ্বেতসার, ডেক্সট্রিন	মলটোজ
2. মলটেজ	মলটোজ	গ্লুকোজ
(d) ক্ষুদ্রান্ত্র		
1. সুক্রেজ	সুক্রোজ	গ্লুকোজ, ফ্রাকটোজ
2. মলটেজ	মলটোজ	গ্লুকোজ
3. ল্যাকটেজ	ল্যাকটোজ	গ্লুকোজ, গ্যালাকটোজ
4. 1 : 6 গ্লুকোসাইডেজ	1 : 6 গ্লুকোসাইড	গ্লুকোজ

B. **প্রোটিন পাচন** (Protein digestion)

পরিপাকস্থল/এনজাইম	যার উপর বিক্রিয়া করে	বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ
(a) পাকস্থলী পেপসিন	প্রোটিন	প্রোটিওজ, পেপটোন
(b) অগ্ন্যাশয় ট্রিপসিন ও বিভিন্ন সহ এনজাইম	পেপটোন, পলিপেপটাইড, ডাই পেপটাইড ইত্যাদি	ডাইপেপটাইড, অ্যামাইনো অ্যাসিড ইত্যাদি
(c) ক্ষুদ্রান্ত্র ইরেপসিন ও বিভিন্ন সহ এনজাইম	পলিপেপটাইড ও হ্রস্বতর পেপটাইড	অ্যামাইনো অ্যাসিড

C. **ফ্যাট পাচন** (Fat digestion)

পরিপাকস্থল/এনজাইম	যার উপর বিক্রিয়া করে	বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ
(a) পাকস্থলী লাইপেজ	প্রশমিত ফ্যাট দ্রব্য (তেল, মাখন, ঘি ইত্যাদি)	ফ্যাটি অ্যাসিড, গ্লিসারল
(b) অগ্ন্যাশয় লাইপেজ ও কয়েকটি সহ এনজাইম	ফ্যাটের অবদ্রব (Emulsion)	ফ্যাটি অ্যাসিড, গ্লিসারল, কোলেস্টেরল এষ্টার
(c) যকৃৎ পিত্ত	ফ্যাট ও আম্লিক পাকমণ্ডকে প্রশমিত করে	প্রশমিত ফ্যাটের অবদ্রব্য
(d) ক্ষুদ্রান্ত্র 1. লাইপেজ 2. লেসিথিনেজ	ফ্যাট লেসিথিন	ফ্যাটি অ্যাসিড, গ্লিসারল ফ্যাটি অ্যাসিড, গ্লিসারল, ফসফরিক অ্যাসিড, কোলিন

16.8. পাচনক্রিয়ার সময় পৌষ্টিকনালীর বিচলন ঘটে কেন? [Why does alimentary canal move during digestion ?]

পৌষ্টিকনালীতে **পেশীকলার** (Muscular tissue) উপস্থিতি প্রমাণ করে যে পেশীকলায় নিয়মিত সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে থাকে। পেশীকলার সংকোচন ও প্রসারণের অর্থই বিচলন বা **পেরিসটালসিস** (Peristalsis) (চিত্র : 16.5)। বস্তুত পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশ নিজস্ব ভঙ্গিতে নাড়াচড়া করে, যাতে সুষ্ঠুভাবে খাদ্যের পরিপাক ঘটে। কিন্তু পরিপাকের সঙ্গে পৌষ্টিকনালীর নড়াচড়ার সম্পর্ক কি? পৌষ্টিকনালীর প্রধান

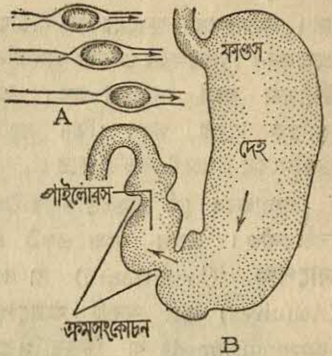
কাজতো **পাচন, ক্ষরণ, শোষণ** ইত্যাদি। তবে কেন এটি সমানে নড়াচড়া করে ? এই প্রশ্নগুলির উত্তরে বলা যায় যে, সুষ্ঠু পরিপাকের তাগিদেই পৌষ্টিকনালীর নড়াচড়া করা প্রয়োজন। কারণ—

(1) এর দ্বারা খাদ্যকে ক্রমশঃ নীচের দিকে ঠেলে দেওয়া হয়।

(2) খাদ্য বিভিন্ন পরিপাক এনজাইমের সঙ্গে ভালভাবে মিশতে পারে।

(3) পৌষ্টিকনালীর সর্বত্র উপযুক্তভাবে রক্ত চলাচল করতে পারে যাতে ক্ষরণ ও শোষণের কাজ দ্রুততর হয়।

(4) মলত্যাগ সহজতর হয়।



চিত্র : 16.5 পৌষ্টিকনালীর ক্রমসংকোচন
A গ্রাসনালী ও পাকস্থলী বাদে অন্যান্য অংশ
B. পাকস্থলীতে

16.9. পাচকরস ক্ষরণ পদ্ধতি [Mechanism of secretion of various digestive juices]

ইতিমধ্যে অবশ্যই ধারণা জন্মেছে যে, একধরনের পাচক রসে কখনই সবরকমের এনজাইম থাকে না। ফলে একধরনের পাচকরস দ্বারা বিভিন্ন রকম খাদ্যকে একই সঙ্গে সম্পূর্ণভাবে পরিপাক করা সম্ভবপর হয় না। একটি পাচকরস খাদ্যকে আংশিকভাবে পরিপাক ক'রে অন্য কোন পাচক রসের হাতে তার আরব্ধ কাজ সুসম্পন্ন করার জন্য ছেড়ে দেয়। দেখা গেছে লালারস কিছুটা অম্লপ্রকৃতির, পাকস্থলীর রস প্রচণ্ড আম্লিক এবং অগ্ন্যাশয় রস প্রচণ্ড ক্ষারীয় প্রকৃতির।

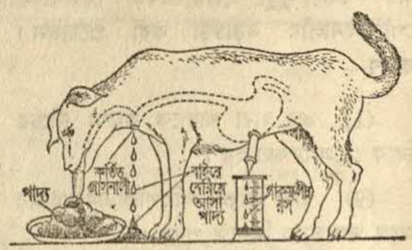
বিভিন্ন প্রকৃতির পাচকরস ক্ষরণ পদ্ধতি নিম্নলিখিত উদ্দীপক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় : (a) **নার্ভ ঘটিত** (Nervous), (b) **রাসায়নিক পদার্থ ঘটিত** (Chemical) ও (c) **যান্ত্রিক** (Mechanical)।

(a) **নার্ভঘটিত উদ্দীপনা** (Nervous stimuli) : এটির প্রকৃতি প্রতিবর্তী (reflex)। জিব বা পৌষ্টিকনালীর যে কোন অংশ খাদ্যের সংস্পর্শে এলে, এমনকি মুখরোচক খাদ্যবস্তুর দর্শন বা ঘ্রাণ সেনসরী নার্ভপ্রান্তকে উত্তেজিত করে। সেই উত্তেজনা কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র পথে পরিভ্রমণ ক'রে স্ব স্ব মোটর নার্ভকে এমনভাবে উদ্দীপ্ত করে যাতে সংশ্লিষ্ট গ্রন্থি থেকে ক্ষরণের কাজ শুরু হয়।

(b) **রাসায়নিক পদার্থঘটিত উদ্দীপনা** (Chemical stimuli) : প্রধানত হরমোন ও অন্যান্য রাসায়নিক পদার্থ রসক্ষরণে উদ্দীপনা যোগায়।

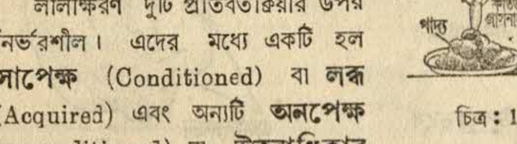
(c) **যান্ত্রিক উদ্দীপনা** (Mechanical stimuli) : তরল বা কঠিন খাদ্য পৌষ্টিকনালীকে সরাসরি আঘাত করলে সেখানে যান্ত্রিক উদ্দীপনা সৃষ্টি হয়।

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য, পাকস্থলীর ক্ষরণের জন্য যান্ত্রিক ছাড়া অন্য দুটি উদ্দীপনার সক্রিয় ভূমিকা আছে। লালাক্ষরণ পদ্ধতিটি পুরোপুরি নার্ভঘটিত উদ্দীপনা দ্বারা পরিচালিত হয়। অগ্ন্যাশয়ের ক্ষরণের জন্য নার্ভঘটিত এবং রাসায়নিক পদার্থঘটিত উভয় উদ্দীপনাই প্রয়োজন। পিত্তক্ষরণ প্রধানত রাসায়নিক উদ্দীপনা দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। তবে আন্ত্রিক রসের ক্ষরণ তিন ধরনের উদ্দীপকের উপরেই নির্ভর করে।



চিত্র : 16.6 কুকুরের নকল ভোজন পদ্ধতি

লালাক্ষরণ দুটি প্রতিবর্তক্রিয়ার উপর নির্ভরশীল। এদের মধ্যে একটি হল **সাপেক্ষ** (Conditioned) বা **লব্ধ** (Acquired) এবং অন্যটি **অনপেক্ষ** (unconditioned) বা **উত্তরাধিকার সূত্রে প্রাপ্ত** (Inherent or inborn)। মুখে না পুরলেও খাদ্যবস্তু দেখা বা তার গন্ধ পাওয়া মাত্রই মুখে লালা নিঃস্বরণ হওয়া **সাপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়ার** উদাহরণ। অন্যদিকে মুখে খাদ্য নিয়ে তাকে চিবোতে শুরু করলে রসক্ষরণ শুরু হয়—এটি **অনপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়ার** উদাহরণ।



চিত্র) 16.7 প্যাভলভ থলি

পাকস্থলীর রসক্ষরণ যে ঐ দুটি প্রতিবর্ত ক্রিয়ার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় **নকল ভোজন** বা **সাম ফিডিং** (Sham feeding) পদ্ধতি (চিত্র : 16.6) এবং **প্যাভলভ থলি** (Pavlov pouch) সাহায্যে অর্থাৎ দুটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা মাধ্যমে প্রমাণিত হয়েছে।

সাম ফিডিং পদ্ধতিতে দেখান সম্ভব হয়েছে যে, খাবার গলাধঃকরণ করার পরে তাকে পাকস্থলীতে যেতে না দিলেও পাকস্থলীর রস ক্ষরিত হয়।

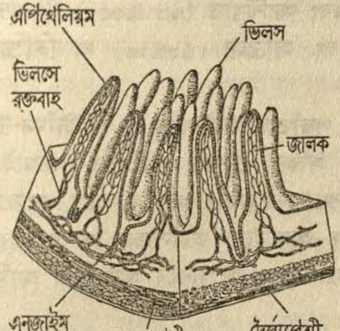
সাম ফিডিং পদ্ধতি অনুকরণে প্যাভলভ থলি তৈরী করা হয়। এই থলির সাহায্যে দেখান সম্ভব হয়েছে যে, পাকস্থলী রসক্ষরণ সাপেক্ষ ও অনপেক্ষ উভয় প্রকার প্রতিবর্ত ক্রিয়ার উপরে সমভাবে নির্ভরশীল।

16.10. শোষণ [Absorption]

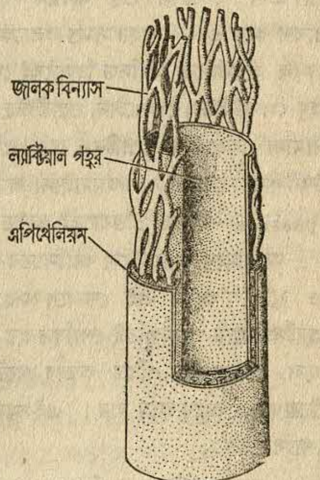
পরিপাকলব্ধ খাদ্যরস যে প্রক্রিয়ায় আন্ত্রিক এপিথেলিয়ম মাধ্যমে রক্তস্রোতে প্রবেশ করার সুযোগ পায় তাকে শোষণ বলে। খাদ্যের পরিপূর্ণ পরিপাক ঘটলে তবেই তার শোষণ শুরু হয়। শোষণ প্রধানত ক্ষুদ্রান্ত্রের **ভিলাই** (villii) (চিত্র : 16.8 ও 16.9) দ্বারা সম্পন্ন হয়। পাকস্থলীতে খুব অল্প পরিমাণে খাদ্যরসের শোষণ

ঘটে। এখানে অল্প পরিমাণে জল, অ্যালকোহল বা অ্যালকোহল মেশানো ওষুধ এবং গ্লুকোজ শোষিত হয়। বৃহদন্ত্রে কেবল জল শোষিত হয়।

A. **কার্বোহাইড্রেট শোষণ** (Absorption of Carbohydrate) : কার্বোহাইড্রেট পাচনের ফলে উৎপন্ন হয় একক শর্করা বা মোনোস্যাকারাইড। একক শর্করা জলে দ্রুত দ্রবীভূত হয়। শোষণের কাজে ব্যাপন, অভিস্রবণ, পরিস্রাবণ প্রভৃতি **ভৌত প্রক্রিয়াগুলির** ভূমিকা উল্লেখ করার মতো। ক্ষুদ্রান্ত্রের ভিলাই দ্বারা শোষিত হবার পর গ্লুকোজ, ফ্রাকটোজ প্রভৃতি একক শর্করা পোর্টাল তন্ত্রে চলে যায়। সেখানে শোষণের সময়ে শর্করার গাঢ়ত্ব উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পায়। **ভারসার** (Verzer)-এর মতে শোষণের সময়



চিত্র : 16.8 ক্ষুদ্রান্ত্রের ইলিয়মের স্টিরিওগ্রাম



চিত্র : 16.9 একটি ভিলসের স্টিরিওগ্রাম

শর্করায় ফসফরস সংযুক্তি (ফসফরিলেসান—Phosphorylation) ঘটে যার ফলে **হেক্সোজ ফসফেট** গঠিত হয়। এটি মুক্ত গ্লুকোজের ঘনত্বকে কমিয়ে আনতে সাহায্য করে। ফসফরিলেসান প্রক্রিয়াটিকে ইনসুলিন ও অ্যাড্রিনাল কর্টেক্স নিয়ন্ত্রণ করে। শোষণ পদ্ধতিকে থায়ামিন, প্যানটোথেনিক অ্যাসিড ও পাইরিডক্সিন সহায়তা করে।

উপরের আলোচনা থেকে এই সিদ্ধান্তে আসা যায় যে, দ্রুত শর্করা শোষণের জন্য ভৌত প্রক্রিয়াগুলির সাহায্য ছাড়াও অন্যান্য শর্তের মধ্যে নিম্নলিখিত শর্তগুলি অবশ্যই পূরণ করা দরকার :—

1. পরিপূর্ণ পাচন দ্বারা **একক শর্করা উৎপাদন**।
2. ফসফরিক অ্যাসিড ও ফসফোকাইনেজের উপস্থিতি।
3. ফসফরিলেসান পদ্ধতিটিকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য অ্যাড্রিনাল কর্টেক্সের ভূমিকা ও ইনসুলিনের (insulin) উপস্থিতি।
4. থায়ামিন, প্যানটোথেনিক অ্যাসিড ও পাইরিডক্সিনের উপস্থিতি।

শোষণপথ (Pathway of absorption) : পোর্টালতন্ত্র মাধ্যমে প্রায় সম্পূর্ণভাবেই কার্বোহাইড্রেটের শোষণ ঘটে।

শোষণ স্থান (Site for absorption) : ক্ষুদ্রান্ত্রের জেজুনম (jejunum) অংশে গ্লুকোজ সর্বাধিক শোষিত হয়।

16.11. প্রোটিন শোষণ [Absorption of protein]

প্রোটিন বিশ্লেষক এনজাইম দ্বারা উপযুক্তভাবে **পাচিত হলে প্রোটিন অ্যামাইনো অ্যাসিডে পরিণত হয়**। খাদ্যের প্রোটিন প্রধানত অ্যামাইনো অ্যাসিড হিসাবেই শোষিত হয় এবং পোর্টাল তন্ত্র মাধ্যমে (অল্পমাত্রায় **লসিকাবাহ** মাধ্যমে) সংবহন তন্ত্রে প্রবেশ করে এবং দেহের সমস্ত কলাকোষে পরিবেশিত হয়। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, প্রোটিন যে কেবল অ্যামাইনো অ্যাসিড হিসাবেই শোষিত হয় তাই নয়, অ্যামাইনো অ্যাসিডের চেয়ে বড় অণু পেপটাইড*, পেপটোন, প্রোটিওজ প্রভৃতি অল্প পরিমাণে শোষিত হতে পারে। এভাবে সামান্য বিজাতীয় প্রোটিনও রক্তে প্রবেশ করে এবং অ্যান্টিবডি (antibody) উৎপাদনে উদ্দীপনা যোগায়। অ্যামাইনো অ্যাসিডের শোষণ **সক্রিয়** (Active) বা **নিষ্ক্রিয়** (passive)—উভয় প্রক্রিয়াতেই চলতে পারে।

অধিকাংশ অ্যামাইনো অ্যাসিডের শোষণ সক্রিয় পদ্ধতিতে ঘটে থাকে। ভাইটামিন B_6 ও Mn^{++} আয়ন এই শোষণে সহায়তা করে। সক্রিয় শোষণ পদ্ধতিতে অ্যামাইনো অ্যাসিড প্রায় পুরোপুরিই শোষিত হয়। তবে অক্সিজেনের অভাব থাকলে সক্রিয় শোষণের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির অভাব ঘটে—সঙ্গে সঙ্গে অ্যামাইনো অ্যাসিডের শোষণ হারও উল্লেখযোগ্যভাবে কমে যায়। এইসময় ব্যাপন প্রক্রিয়ায় অল্প অল্প করে অ্যামাইনো অ্যাসিড শোষিত হয়।

দেহে অ্যামাইনো অ্যাসিডের প্রয়োজন ও খাদ্য থেকে শোষিত অ্যামাইনো অ্যাসিডের মধ্যে সামঞ্জস্য বজায় রাখার জন্য অন্ত্রের মিউকস পর্দা একধরনের অ্যামাইনো অ্যাসিডকে প্রয়োজন মতো অন্য ধরনের অ্যামাইনো অ্যাসিডে রূপান্তরিত করতে পরে।

অন্ত্রের বুরুশপ্রান্ত-কোষের মিউকস পর্দায় ভিন্ন ভিন্ন অ্যামাইনো অ্যাসিড পরিবহণের জন্য বিশেষ বিশেষ পরিবহণ ব্যবস্থা আছে।

(1) সোডিয়ম আয়ন ও ভাইটামিন B_6 দ্বারা প্রভাবিত প্রথম পরিবহণ ব্যবস্থায় প্রশমিত (neutralised) অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলি শোষিত হয়।

(2) আরজিনিন (Arginine), অরনিথিন (Ornithine), লাইসিন (Lycine), সিসটাইন (Cystine) প্রভৃতি ক্ষারীয় (Basic) প্রকৃতির অ্যামাইনো অ্যাসিডের জন্য পৃথক শোষণ ব্যবস্থা বর্তমান।

(3) তৃতীয় ব্যবস্থায় প্রোলিন, হাইড্রক্সিপ্রোলিন, সারকোসিন, ডাইমিথাইল, গ্লাইসিন ও বিটেইন পরিবাহিত হয়।

---

* শিশুদের অন্ত্রের প্রাকার অত্যন্ত সূক্ষ্ম হওয়ায় সেখানে অতি সহজেই পেপটাইড শোষিত হয়। উদরাময়, আমাশয় প্রভৃতি রোগে অন্ত্রের স্বাভাবিক সুস্থতা নষ্ট হলে সেখানে বেশী পরিমাণে এর শোষণ ঘটে। এতে দেহ বেসামাল হয়।

(4) গ্লাইসিন পরিবর্তনের জন্য সম্ভবত চতুর্থ ব্যবস্থা আছে।

(5) ভ্যালিন, লিউসিন, আইসোলিউসিন প্রভৃতির জন্য স্বতন্ত্র ও স্বাধীন এক পরিবহণ ব্যবস্থা থাকা সম্ভব।

16.12. ফ্যাট শোষণ [Absorption of fat]

খাদ্যের ফ্যাট প্রধানত ট্রাইগ্লিসারাইড (triglyceride) বা প্রশমিত ফ্যাট (neutral fat) হিসাবে অপাচিত অবস্থায় গ্রহণীতে পৌঁছায়। প্রশমিত ফ্যাট **পিত্তলবণ, কোলেসটেরল,** লাইসোলেসিথিন দ্বারা ফ্যাটের অবদ্রব বা ইমালসন (emulsion)-এ পরিণত হয়। অগ্ন্যাশয় রসের লাইপেজ এনজাইম সেইসময় ট্রাইগ্লিসারাইডকে আর্দ্র-বিশেষণ বা হাইড্রোলাইজ (hydrolyse) করে। ক্ষুদ্রান্ত্রে ফ্যাটের আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন দ্রবণে নানারকম দীর্ঘাণু (long chain) ফ্যাটি অ্যাসিড, যেমন—মনোগ্লিসারাইড, কোলেসটেরল, ভাইটামিন D, E, K প্রভৃতি জলে অদ্রাব্য বস্তু থাকে। এগুলি পিত্তলবণ, সোডিয়ম বাইকার্বোনেট প্রভৃতির সাহায্যে ক্ষুদ্রান্ত্রের মধ্যে জলদ্রাব্য (water soluble) পদার্থ বা **মিসেল** (Micell)-এ পরিণত হয়। মিসেল নামে এই দ্রবণ ক্ষুদ্রান্ত্রের বুরুশপ্রান্ত কোষের মিউকস পর্দা ভেদ করে ভিতরে প্রবেশ করে। এদিকে জলদ্রাব্য ক্ষুদ্রাণু (short chain)—যেমন, ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারল মুক্ত আকারেই শোষিত হয় এবং পোর্টাল শিরার রক্তে প্রবেশ করে।

যাইহোক, ফ্যাট শোষণ পদ্ধতিটি অত্যন্ত জটিল। সেই কারণে শোষণ পদ্ধতি নিয়ে অনেক মতভেদ আছে। এখানে **ফ্লুজার** (Pfluger), **ভারসার** (Verser) ও **ম্যাকডগল** (McDougall)-এর লাইপোলাইটিক মতবাদ ; **ফ্রেজার** (Frazer)-এর বিভাজন মতবাদ এবং আধুনিক মতবাদ সম্বন্ধে আলোচনা করা হল। এদের মতবাদ যাই হোক না কেন ফ্যাটের সর্বাধিক শোষণ ঘটে ক্ষুদ্রান্ত্রে। তবে মধ্য ক্ষুদ্রান্ত্রে ও গ্রহণীতে শোষণ অধিকতর দ্রুততায় চলতে থাকে।

(1) **লাইপোলাইটিক মতবাদ** (Lypolytic hypothesis): সবচেয়ে পুরাতন এই মতবাদে বলা হয়েছে যে, লাইপেজ এনজাইমের সাহায্যে ট্রাইগ্লিসারাইড (ফ্যাট) সম্পূর্ণভাবে ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারলে ভেঙ্গে গেলেও তারা পুনর্গঠিত হয় এবং আন্ত্রিক ভিলাসের ঝিল্লিকোষের মাধ্যমে লসিকাবাহতে (lymphatics) পৃথক পৃথকভাবে শোষিত হয়। ধর্তব্যের মধ্যে আসে না এমন অল্প পরিমাণে ফ্যাটি অ্যাসিড পোর্টাল শিরায় **ফ্যাটি অ্যাসিড–পিত্তলবণ যৌগ** (Fatty acid—bile-salt complex) হিসাবে শোষিত হয়।

(2) **বিভাজন মতবাদ** (Partition hypothesis): ফ্যাট আংশিকভাবে (a) অবদ্রব অবস্থায় (emulsified form) আর্দ্র বিশ্লেষণ ছাড়াই লসিকাবাহে শোষিত হয় এবং থোরাসিক ডাক্ট মাধ্যমে রক্তে চলে যায় ; অথবা (b) আংশিকভাবে ফ্যাটি অ্যাসিড পিত্তলবণ যৌগ গঠন ক'রে পোর্টাল শিরায় শোষিত হয়। **এই মতবাদের প্রধান বক্তব্য হল, আবরক কোষে ফ্যাট পুনঃ সংশ্লেষিত হয় না।** মোট ফ্যাটের 30% ক্ষুদ্রান্ত্রে বিশ্লিষ্ট হয়—বাকি 70% অবিশ্লিষ্ট থাকে।

(3) **আধুনিক মতবাদ** (Modern hypothesis) : সর্বাধুনিক গবেষণার পরিপ্রেক্ষিতে ফ্যাট শোষণের জটিল পদ্ধতি সম্বন্ধে অনেক কিছু জানা গেছে। অধিকাংশ উদ্ভিজ্জ ও প্রাণিজ ফ্যাটে ট্রাইগ্লিসারাইড থাকে। ট্রাইগ্লিসারাইড আদ্র' বিশ্লেষিত হয়ে প্রধানত 2-মনোগ্লিসারাইড ও মুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড উৎপাদন করে। গ্লিসারল ও 1-মনোগ্লিসারাইড পরিমাণ অনুপাতে এতই অল্প যে ফ্যাটের পাচন ও শোষণের সময় একে তেমন গুরুত্ব দেওয়া হয় না।

বিভিন্ন লবণ স্বতঃস্ফূর্তভাবে মনোগ্লিসারাইডের সঙ্গে মিশে এমন একসময় **মিসেল** তৈরী করে যখন পিত্তলবণ নির্দিষ্ট মাত্রায় পৌঁছায়। সেই মাত্রাকে **ক্রিটিকাল মাইসেলার কনসেনট্রেশান** (Critical micellar concentration) বলা হয়। মুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড, কোলেসটেরল, এবং ফ্যাটে দ্রব ভাইটামিনকে মিসেল দ্রবীভূত করে। এরপর মনোগ্লিসারাইড ও ফ্যাটি অ্যাসিড মিসেল থেকে পৃথক হয়ে গেলে তা থেকে ট্রাইগ্লিসারাইড পুনর্গঠিত হয়। পুনর্গঠিত ট্রাইগ্লিসারাইড লসিকায় শোষিত হয়ে লসিকাবাহ মাধ্যমে রক্তে মেশে।

16.13. ভাইটামিন শোষণ [Absorption of vitamins]

ভাইটামিন A পিত্তলবণের সাহায্য ছাড়াই শোষিত হতে পারে। কিন্তু ভাইটামিন D, E, K এবং ক্যারোটিন পিত্তলবণের সাহায্যে জলদ্রাব্য মিসেলের আকারে শোষিত হয়।

ভাইটামিন D ইলিয়মে শোষিত হলেও অন্যান্য ভাইটামিন গ্রহণী ও জেজুনমে শোষিত হয়। ভাইটামিন C, থায়ামিন, নিয়াসিন, ফোলাসিন, বায়োটিন প্রভৃতি অংশত ব্যাপন-ক্রিয়ায় এবং অংশত কোন বাহক মাধ্যমে গ্রহণীতে শোষিত হয়। ভাইটামিন K ও স্বল্প পরিমাণে ফোলাসিন মলাশয় থেকেও শোষিত হয়। এই প্রসঙ্গে উল্লেখযোগ্য যে, ভাইটামিন B_{12} প্রধানত জেজুনম ও ইলিয়মে শোষিত হয়। শোষণের কাজে পাকস্থলীর রসের **ক্যাসল্ বর্ণিত অভ্যন্তরীণ উপাদান** (Castle's intrinsic factor) এবং তার সঙ্গী হিসাবে ক্যালসিয়ম বা অন্য কোন দ্বিযোজী (bivalent) আয়নের উপস্থিতি অপরিহার্য।

16.14. অজৈব লবণ শোষণ [Absorption of inorganic salts]

খাদ্যের অজৈব লবণ দেহের প্রয়োজনানুসারে বেছে বেছে অন্ত্রে শোষিত হয়। ক্ষুদ্রান্ত্র থেকে ভাইটামিন D-এর সাহায্যে **ম্যাগনেসিয়ম, ক্যালসিয়ম, ফসফেট** প্রভৃতি শোষিত হয়। খাদ্যে এইসব অজৈব লবণের উপস্থিতির অনুপাতের উপরে শোষণের মাত্রা নির্ভর করে। একপ্রকার সক্রিয় বাহক পদ্ধতি (যাতে সবাত শ্বসনে উৎপন্ন উচ্চশক্তিসম্পন্ন ফসফেট ব্যবহৃত হয়) মাধ্যমে ক্যালসিয়মের শোষণ ঘটে।

ফেরিটিন (Ferritin) নামে একপ্রকার বিশেষ প্রোটিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে, লোহা শোষিত হয়। লোহা শোষণের স্থানগুলি হল জেজুনমের ঊর্ধ্বাংশ ও গ্রহণী। ফসফেট দ্রুত ইলিয়ম থেকে শোষিত হয়। **সোডিয়ম** আয়ন বিশেষ এক শক্তিনির্ভর প্রক্রিয়ায় ক্ষুদ্রান্ত্রের আবরক কোষে শোষিত হবার পর সেখানে তড়িৎ আধারের পার্থক্য সৃষ্টি করে, যার

দ্বারা **ক্লোরাইড** আয়নের চলাচল নিয়ন্ত্রিত হয়। তাছাড়া পটাশিয়ম শোষণ সোডিয়ামের গাঢ়ত্ব ও তার শোষণহারের দ্বারা প্রভাবিত হয়।

16.15. জল শোষণ [Absorption of water]

পাকস্থলী থেকে খুব অল্প পরিমাণ জলই শোষিত হয়। কারণ অতি দ্রুততায় জল পাকস্থলী ছেড়ে ক্ষুদ্রান্তে চলে যায়। **ক্ষুদ্রান্ত্রই হল জলশোষণের প্রধান জায়গা।** ক্ষুদ্রান্ত্রকে এড়িয়ে যেটুকু জল নীচে নেমে আসে তার প্রায় সবটাই বৃহদন্ত্র শোষণ করে নিয়ে মলকে কঠিন করে দেয়। দেহে কতটা জল শোষিত হবে তার যেমন বাঁধাধরা কোন পরিমাণ নেই, তেমনি দেহস্থ জলের পরিমাণের উপরেও জলশোষণ নির্ভর করে না। যত বেশী জল পান করা হবে, তত বেশী জল বৃক্ক দিয়ে বেড়িয়ে যাবে। তবে জল পানের মাত্রা অত্যন্ত কম হলে তৃষ্ণা পাবে। কোন কোন ভৌত-রাসায়নিক বল (যেমন, অভিস্রবণ চাপ) জলশোষণে সহায়তা করে। মজার কথা, খাঁটি জলের মাত্র 59% শোষিত হলেও জলে লবণ মেশানো থাকলে (0·4—0·7%) তার শোষণমাত্রা বেড়ে গিয়ে দাঁড়ায় প্রায় 95%। অর্থাৎ জলের শোষণ মাত্রা লবণের উপস্থিতির বা অনুপস্থিতির উপর নির্ভরশীল। সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয়, উভয় পদ্ধতিতেই জল শোষিত হয়।

16.16. বিপাক [Metabolism]

জীবকোষের প্রোটোপ্লাজমে প্রতিনিয়ত যে রাসায়নিক পরিবর্তন বা বিক্রিয়া চলে তাকে সামগ্রিকভাবে বিপাক বলে। বিপাকক্রিয়া দেহমধ্যস্থ খাদ্যবস্তু ও খাদ্যবস্তুজাত পদার্থের সবরকম রাসায়নিক ও প্রাকৃতিক পরিবর্তনের সঙ্গে বিশেষভাবে জড়িত। রাসায়নিক বিক্রিয়া উভমুখী। একদিকে যেমন দেহগঠন উপযোগী জটিল পদার্থ প্রোটোপ্লাজমের অন্তর্ভুক্ত ও সঞ্চিত হয়, অন্যদিকে তেমনি সঞ্চিত পদার্থ ভেঙ্গে শক্তি উৎপন্ন হয়। প্রথমটির মতো যে কোন গঠনমূলক রাসায়নিক বিক্রিয়াকে **উপচিতি** বা **অ্যানাবলিজম** (Anabolism) বলে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাণিদেহে সরল জৈবপদার্থ জটিল জৈব পদার্থে পরিণত হয় ; যেমন, গ্লুকোজ থেকে গ্লাইকোজেন উৎপাদন। দ্বিতীয়টির মতো ধ্বংসাত্মক বিক্রিয়াগুলিকে বলে **অপচিতি** বা **ক্যাটাবলিজম** (Catabolism)। এই প্রক্রিয়ায় কোষের বিভিন্ন জটিল যৌগ ভেঙ্গে সরলতম অংশে পরিণত হয় এবং তা থেকে শক্তি মুক্ত হয় ; যেমন, পেশীর গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে ল্যাকটিক অ্যাসিড বা কার্বন ডাই-অক্সাইড, জল ও ATP শক্তি উৎপাদন। স্বভাবতই বিপাক একটি জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া। প্রক্রিয়াটির সুষ্ঠু রূপায়ণে নানাপ্রকার এমজাইম, হরমোন এবং ভাইটামিন সহায়ক হিসাবে কাজ করে। সহায়কগুলি অতি অল্পমাত্রায় ব্যবহৃত হয়। জটিল হলেও C^{14}, P^{32}, O^{18} প্রভৃতি রেডিও আইসোটোপ ব্যবহার করে জীব-বিজ্ঞান ও কৃষি-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে একদিকে যেমন নানাবিধ সমস্যার সমাধান করা সম্ভব হচ্ছে, অন্যদিকে তেমনি বিপাকক্রিয়ার অন্তর্গত রাসায়নিক ঘটনাগুলি সম্বন্ধেও পুরোপুরি জানা যাচ্ছে।

16.17. কার্বোহাইড্রেট বিপাক—পরিণতি ও কাজ [Carbohydrate metabolism—fate and function]

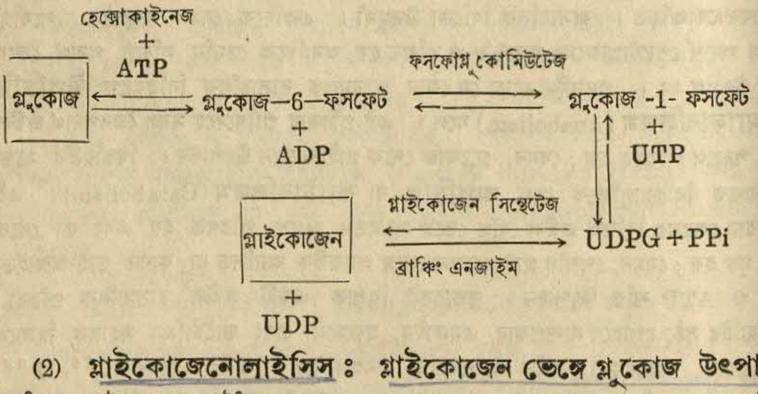
কার্বোহাইড্রেট বিপাক বলতে গ্লুকোজ ও গ্লুকোজ সম্পর্কিত পদার্থের বিপাককে বোঝায়। রক্তে কিছু পরিমাণে ফ্রাকটোজ ও গ্যালাকটোজ শোষিত হলেও যকৃৎ এদের গ্লুকোজ ও

গ্লাইকোজেনে পরিবর্তিত করে। কার্বোহাইড্রেট বিপাক যে সব প্রক্রিয়াগুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় সেগুলি হল—(1) **গ্লাইকোজেনেসিস** (Glycogenesis), (2) **গ্লাইকোজেনোলাইসিস** (Glycogenolysis), (3) **গ্লুকোনিওজেনেসিস** (Gluconeogenesis), (4) **গ্লাইকোলিসিস** (Glycolysis), (5) **সাইট্রিক অ্যাসিড চক্র** (Citric acid cycle); (6) **পেন্টোজ ফসফেট পথ** (Pentose phosphate path) বা **হেক্সোজ মোনোফসফেট সান্ট** (Hexose monophosphate shunt)।

কার্বোহাইড্রেট বিপাকের পরিণতি ও কাজ : স্তন্যপায়ীর দেহে নিম্নসূত্রানুযায়ী কার্বোহাইড্রেট বিপাক হয়ে থাকে।

(1) **গ্লাইকোজেনেসিস** বা **গ্লাইকোজেন সংশ্লেষ : গ্লাইকোজেন উৎপাদন পদ্ধতিকে** গ্লাইকোজেনেসিস বলে। প্রধানতঃ যকৃৎ ও মাংসপেশীতে গ্লাইকোজেনেসিস পদ্ধতিতে গ্লুকোজ থেকে গ্লাইকোজেন উৎপন্ন হয়।

এই প্রক্রিয়ায় হেক্সোকাইনেজ (Hexokinase) নামক এনজাইমের প্রভাবে ফসফেট দাতা (donor) ATP-র কাছ থেকে ফসফেট সংগ্রহ ক'রে গ্লুকোজ, গ্লুকোজ—6-ফসফেটে পরিণত হয় এবং সেই সঙ্গে ADP মুক্ত হয়। তারপরে এটি ফসফোগ্লুকোমিউটেজ (phosphoglucomutase)-এর প্রভাবে গ্লুকোজ—1-ফসফেট গঠন করে। পরবর্তী ধাপে গ্লুকোজ—1-ফসফেট নির্দিষ্ট এনজাইমের প্রভাবে UTP অর্থাৎ ইউরিডিন ট্রাইফসফেটের সঙ্গে বিক্রিয়া করে UDPG বা ইউরিডিন ডাইফসফোগ্লুকোজ ও অজৈব পাইরোফসফেট (PPi) উৎপাদন করে। UDPG থেকে গ্লাইকোজেন সিন্থেটেজ (glycogen synthatase) ও ব্রাঞ্চিং এনজাইন (Branching enzyme)-এর প্রভাবে গ্লাইকোজেন উৎপন্ন হবার সঙ্গে সঙ্গে UDP (ইউরিডিন ডাইফসফেট) মুক্ত হয়। নীচে ছকের মাধ্যমে বিক্রিয়াটি দেখানো হল :—

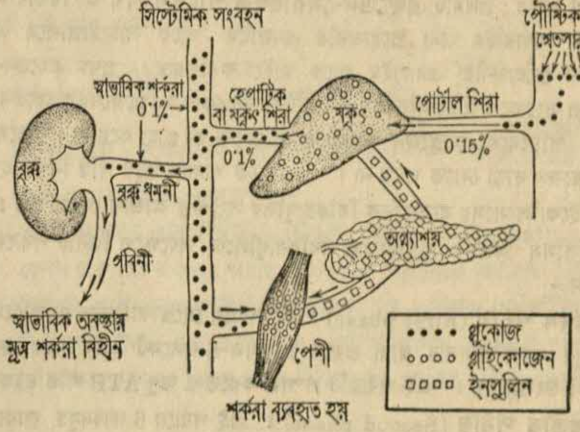


(2) **গ্লাইকোজেনোলাইসিস : গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে গ্লুকোজ উৎপাদন** পদ্ধতিকে গ্লাইকোজেনোলাইসিস বলে। রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা কমে গেলে যকৃৎ ও পেশীতে সঞ্চিত গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয় এবং তা রক্তে মিশে রক্তে গ্লুকোজের ভারসাম্য রক্ষা করে।

কার্বোহাইড্রেট বিপাকে যকৃৎ ও পেশীর ভূমিকা (Role of liver and muscles in carbohydrate metabolism) :

গ্লাইকোজেন যকৃৎ থেকে গ্লুকোজরূপে বেড়িয়ে যায় কিন্তু পেশী থেকে পাইরুভিক ও ল্যাকটিক অ্যাসিডরূপে নির্গত হয়। উভয়ক্ষেত্রে এই পার্থক্যের কারণ বিভিন্ন এনজাইমের

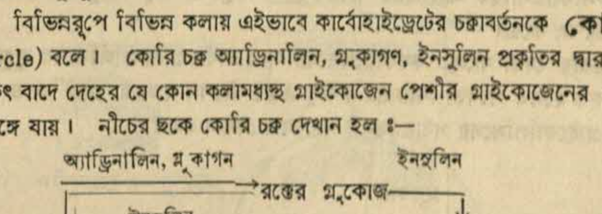
উপস্থিতিজনিত ভিন্নধরনের বিক্রিয়া। পেশী থেকে নির্গত ল্যাকটিক অ্যাসিড রক্তস্রোতের মাধ্যমে যকৃৎ-এ পৌঁছে পুনরায় গ্লাইকোজেনে রূপান্তরিত হয়। যকৃৎ থেকে পুনরায় সেই



চিত্র : 16.10 সুস্থ ব্যক্তির দেহে যকৃৎ ও পেশীতে সঞ্চিত গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে গ্লুকোজ উৎপাদন ও তার ব্যবহারের চিত্ররূপ

গ্লাইকোজেনই গ্লুকোজরূপে রক্তে মেশে। রক্তের কাছ থেকে গ্লুকোজ নিয়ে পেশী তার নষ্ট গ্লুকোজ পুনরুদ্ধার করে।

বিভিন্নরূপে বিভিন্ন কলায় এইভাবে কার্বোহাইড্রেটের চক্রাবর্তনকে **কোরি চক্র** (Cori circle) বলে। কোরি চক্র অ্যাড্রিনালিন, গ্লুকাগণ, ইনসুলিন প্রকৃতির দ্বারা প্রভাবিত হয়। যকৃৎ বাদে দেহের যে কোন কলামধ্যস্থ গ্লাইকোজেন পেশীর গ্লাইকোজেনের অনুরূপ পদ্ধতিতে ভেঙ্গে যায়। নীচের ছকে কোরি চক্র দেখান হল :—



(3) **গ্লুকোনিওজেনেসিস : কার্বোহাইড্রেট ছাড়া অন্য যে কোন উৎস থেকে গ্লুকোজ বা গ্লাইকোজেন উৎপন্ন** হওয়াকে গ্লুকোনিওজেনেসিস বলে। অর্থাৎ যকৃৎ ও পেশীতে গ্লাইকোজেনেসিস ছাড়াও প্রোটিন, ফ্যাট ও ল্যাকটিক অ্যাসিড থেকেও গ্লুকোজ উৎপন্ন হয়ে রক্তে মিশতে পারে।

(4) **গ্লাইকোলিসিস :** পেশী বা অন্যান্য কলায় গ্লাইকোজেন বা গ্লুকোজ ভেঙ্গে পাইরুভিক অ্যাসিড ও ল্যাকটিক অ্যাসিড (**এম্বডেন-মেয়ারহফ পার্নেস**, সংক্ষেপে EMP পথে) উৎপন্ন করাকে গ্লাইকোলিসিস বলে। এটি একটি অপচিতি (anabolic) প্রক্রিয়া। এর প্রধান উদ্দেশ্য প্রাণীকে তার সবরকম শারীরবৃত্তীয় কাজে প্রয়োজনীয় শক্তি

সরবরাহ করা। শক্তি সরবরাহের জন্য প্রাণী প্রধানত কার্বোহাইড্রেটের উপর নির্ভরশীল, কারণ তার দেহস্থ গ্লুকোজ ও গ্লাইকোজেন এই শক্তির প্রধান উৎস। শক্তি উৎপাদনের পদ্ধতিটির দুটি পর্যায় ; প্রথমটি **এম্বডেন-মেয়ারহফ-পার্ণেস পথ** ও দ্বিতীয়টি **ক্রেবস চক্র**। প্রথম পর্যায়টির জন্য প্রয়োজনীয় এনজাইম থাকে সাইটোপ্লাজমে এবং দ্বিতীয় পর্যায়টির জন্য প্রয়োজনীয় এনজাইম থাকে মাইটোকনড্রিয়ায়। প্রথম এম্বডেন-মেয়ারহফ-পার্ণেস পথ বা সংক্ষেপে গ্লাইকোলিসিস পর্যায়টির জন্য কোন অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় না। কাজেই এটি পরিবেশে অক্সিজেন থাকুক বা না থাকুক তা গ্রাহ্য করে না। তবে ক্রেবস চক্র পর্যায়টি অক্সিজেন ছাড়া চলতে পারে না। ক্রেবস চক্র মাধ্যমে প্রচুর শক্তি নির্গত হয়।

নীচে গ্লাইকোলিসিসের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলির সংক্ষিপ্ত আভাস দেওয়া হল :—

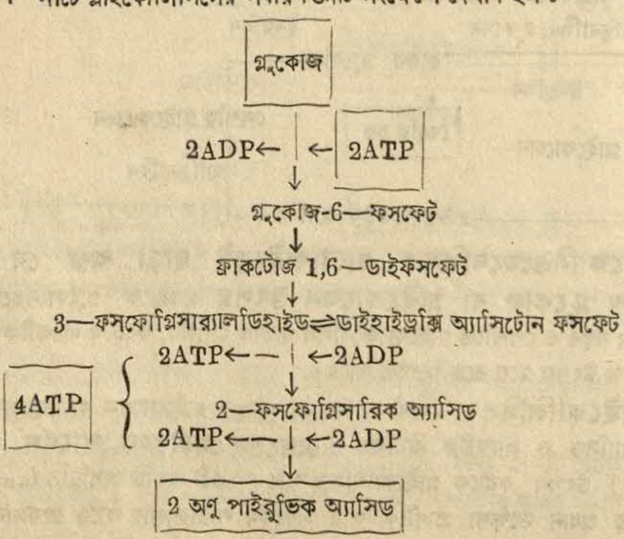
গ্লাইকোলিসিস অন্তর্গত ধারাবাহিক বিক্রিয়াগুলিকে সংক্ষেপে তিনটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়। যেমন—

(1) **প্রথম পর্যায়** (First phase) : এই পর্যায়ে হেক্সোকাইনেজ এনজাইমের সাহায্যে গ্লুকোজ অণুর ফসফরিলেসান দ্বারা প্রথমে গ্লুকোজ-6-ফসফেট এবং পরে ফ্রাকটোজ 1, 6-ডাইফসফেট উৎপন্ন হয়। এই পর্যায়টি সম্পন্ন করতে 2 অণু ATP শক্তি দরকার হয়।

(2) **দ্বিতীয় পর্যায়** (Second phase) : এই পর্যায়ে 6 কার্বনযুক্ত ফ্রাকটোজ 1, 6 ডাইফসফেট ভেঙ্গে 3 কার্বনযুক্ত 1 অণু 3-ফসফোগ্লিসার‍্যালডিহাইড ও 1 অণু ডাই হাইড্রক্সি-অ্যাসিটোন ফসফেট তৈরী হয়। দুটি যৌগই একটি থেকে অপরটিতে পরিবর্তিত হতে পারে।

(3) **তৃতীয় পর্যায়** (Third phase) : 3 কার্বনযুক্ত ফসফোগ্লিসার‍্যালডিহাইড এই পর্যায়ে ভেঙ্গে 2-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিডের মাধ্যমে 3 কার্বনযুক্ত 2 অণু পাইরুভিক অ্যাসিড ও 2 অণু ATP উৎপন্ন করে।

উপরের বিক্রিয়ায় দেখা যাচ্ছে, ফসফরিলেসনের সময় অর্থাৎ গ্লাইকোলিসিসের শুরুতেই 2 অণু ATP ব্যবহৃত হলেও পরবর্তী বিক্রিয়ায় 4 অণু ATP উৎপন্ন হওয়ায় মোট লাভ হয় 2ATP। নীচে গ্লাইকোলিসিসের পর্যায় তিনটি সংক্ষেপে দেখান হল :



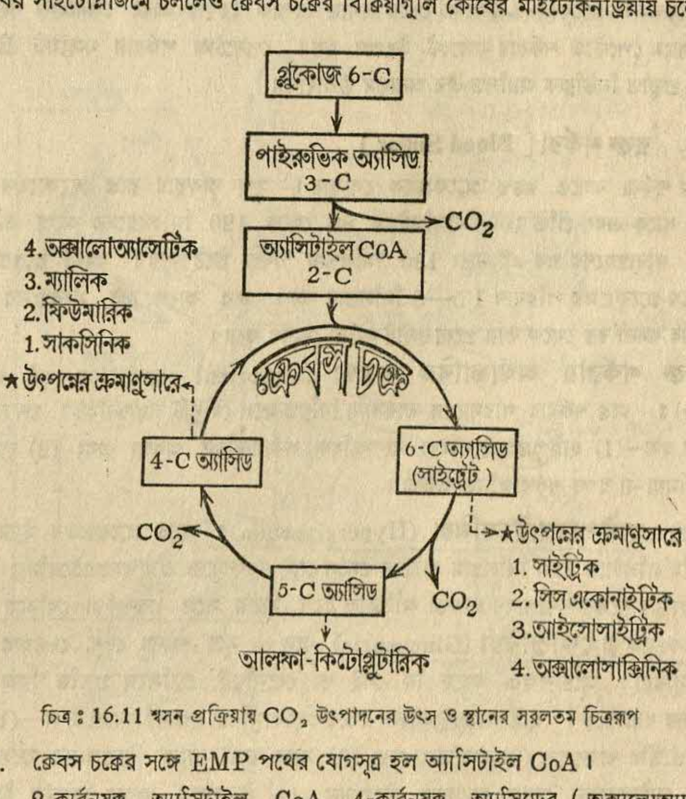
(5) **ক্রেবস চক্র** (Krebs cycle or TCA cycle or Organic acid cycle) অক্সিজেনের উপস্থিতিতে অর্থাৎ সবাত শ্বসনে পাইরুভিক অ্যাসিড বা 'পাইরুভেট **ক্রেবস চক্র** বা ট্রাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড চক্র (TCA চক্র) ও শ্বসন চেন মাধ্যমে নীচের সূত্রানুসারে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলে ভেঙ্গে যায় :

(i) পাইরুভেট $\xrightarrow{\text{TCA চক্র}}$ CoA + ইলেকট্রন + প্রোটন

(ii) Pi + ADP + ইলেকট্রন + প্রোটন + অক্সিজেন $\xrightarrow{\text{শ্বসনচেন}}$ জল + ATP

নীচে ধাপগুলি পর্যায়ক্রমে দেখান হল :—

অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম A (CoA) সৃষ্টি : (Formation of Acetyl CoA) : ক্রেবস চক্রে প্রবেশ করার আগে 3 কার্বনযুক্ত পাইরুভিক অ্যাসিড 1টি কার্বন ত্যাগ করার পর (প্রধানত কার্বক্সিলেজ এনজাইমের সাহায্যে) 2 কার্বনযুক্ত অ্যাসিটাইল CoA উৎপন্ন করে। এটি সরাসরি TCA চক্রে প্রবেশ করে। গ্লাইকোলিসিস বা EMP পথের বিক্রিয়াগুলি কোষের সাইটোপ্লাজমে চললেও ক্রেবস চক্রের বিক্রিয়াগুলি কোষের মাইটোকনড্রিয়ায় চলে।



চিত্র : 16.11 শ্বসন প্রক্রিয়ায় CO_2 উৎপাদনের উৎস ও স্থানের সরলতম চিত্ররূপ

1. ক্রেবস চক্রের সঙ্গে EMP পথের যোগসূত্র হল অ্যাসিটাইল CoA।

2. 2-কার্বনযুক্ত অ্যাসিটাইল CoA 4-কার্বনযুক্ত অ্যাসিডের (অক্সালোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড) সঙ্গে বিক্রিয়ায় সরাসরি 6-কার্বন যুক্ত (সাইট্রিক) অ্যাসিড উৎপন্ন করে।

3. 6-কার্বনযুক্ত অ্যাসিড অন্য কয়েকটি 6-কার্বনযুক্ত অ্যাসিডের মাধ্যমে শেষে আরো একটি কার্বন ত্যাগ ক'রে 5-কার্বনযুক্ত অ্যাসিড (আলফা কিটোগ্লুটারিক)-এ পরিণত হয়। এরপর আরো একটি কার্বন হারিয়ে সেটি পুনরায় 4-কার্বনযুক্ত (অক্সালোঅ্যাসেটিক) অ্যাসিডে ফিরে আসে। এখানেই চক্রটি শেষ হয়। অর্থাৎ অক্সালোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড পুনরায় অ্যাসিটাইল CoA-র সঙ্গে যুক্ত হয়ে সাইট্রিক অ্যাসিড গঠন করে। একইভাবে বারবার চক্রটি আবর্তিত হতে থাকে। ক্রেবস চক্রে প্রচুর শক্তি (মোট 36টি ATP) উৎপন্ন হয়।

(6) **পেনটোজ ফসফেট পথ** (PPP) : প্রথমে গ্লাইকোলিসিস ও পরে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ক্রেবস চক্র মাধ্যমে বিশ্লিষ্ট হয়ে যাওয়া—এই হল কার্বোহাইড্রেট বিপাকের সার্বিক ও সনাতন পদ্ধতি। এছাড়া ব্যাকটিরিয়া ও স্তন্যপায়ীর দেহের বিভিন্ন অঙ্গে যে সব বিকল্প পদ্ধতি অনুসৃত হয় সেগুলির মধ্যে **পেনটোজ ফসফেট পথ** বা **পেনটোজ ফসফেট সান্ট** (Pentose phosphate shunt) অন্যতম।

যকৃৎ ছাড়া স্তন্যপায়ীর স্তনগ্রন্থি, শুক্রাশয়, অ্যাড্রিনাল কর্টেক্স এবং শ্বেত রক্তকণিকায় যেখানে ফ্যাটি অ্যাসিড ও কোলেসটেরল সংশ্লেষিত হয়—বিশেষত সেই সব স্থানেই গ্লুকোজ ও গ্লাইকোজেনজাত গ্লুকোজ-6-ফসফেট থেকে সবাত বিপাক ক্রিয়ায় এবং পেনটোজ ফসফেট পথ মাধ্যমে পেণ্টোজ শর্করার ফসফেট উৎপন্ন হয়। পেনটোজ শর্করার ফসফেট RNA, DNA প্রভৃতি নিউক্লিক অ্যাসিড-এর অন্যতম উপাদান।

16.18. রক্ত শর্করা [Blood Sugar]

রক্ত শর্করা বলতে রক্তস্থ গ্লুকোজকে বোঝায়। সুস্থ অবস্থায় রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা নির্দিষ্ট থাকে এবং প্রতি 100 মিলিলিটারে 80 থেকে 120 মিলিগ্রামের মধ্যে ওঠানামা করে। খাদ্যগ্রহণের পর এই মাত্রা 130 মিলিগ্রাম পর্যন্ত উঠে যায়। ধমনী রক্তের চেয়ে শিরারক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ 1·5—8 মিলিগ্রাম কম। এর কারণ হল, সংবহনের সময় দেহকোষ ধমনী রক্ত থেকে তার প্রয়োজনীয় শর্করা শোষণ করে।

রক্ত শর্করার অস্বাভাবিক অবস্থা (Abnormal condition of blood sugar) : রক্তে শর্করার পরিমাণের ভারসাম্য বিঘ্নিত হলে যে দুটি অস্বাভাবিকত্ব প্রকাশ পায় সেগুলি হল—(1) হাইপারগ্লাইসেমিয়া বা অধিক শর্করাজনিত অবস্থা এবং (2) হাইপো-গ্লাইসেমিয়া বা স্বল্প শর্করাজনিত অবস্থা।

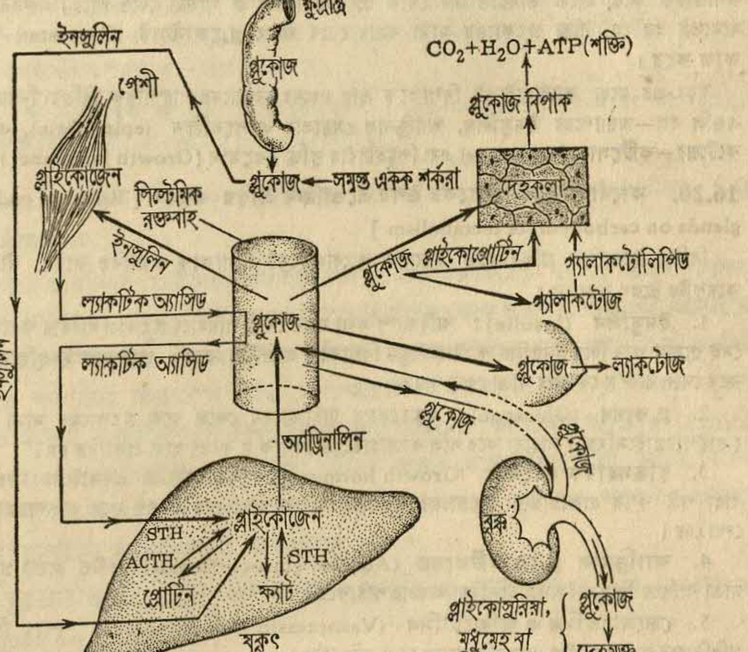
(1) **হাইপারগ্লাইসেমিয়া** (Hyperglycemia) : রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা প্রতি 100 মিলিলিটারে 120 মিলিগ্রাম ছাড়িয়ে গেলে সেই অবস্থাকে হাইপারগ্লাইসেমিয়া বলে। এই অবস্থায় বৃক্কের পূর্ণশোষণ ক্ষমতা অতিক্রান্ত হলে মূত্রের সঙ্গে রক্তশর্করা বেরিয়ে যায়। এই অবস্থাকে **গ্লুকোসুরিয়া** (Glucosuria) বলে। মূত্রে শর্করা দেখা দেওয়ার অর্থই গ্লুকোসুরিয়া। মূত্রে শর্করা আছে কি নেই তা বেনেডিক্ট, ফেলিংগ প্রভৃতি বিজারণধর্মী পরীক্ষায় ধরা পড়ে। হাইপারগ্লাইসেমিয়া থেকে গ্লুকোসুরিয়া হওয়ার কারণ হ'ল—(1) বেশী শর্করাজাতীয় খাদ্যগ্রহণ, (2) নার্ভতন্ত্রে ক্ষত, (3) যকৃৎ-নালী নার্ভে উত্তেজনার ফলে বেশী মাত্রায় গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে গ্লুকোজ উৎপাদন, (4) ইনসুলিন ক্ষরণে বিপর্যয় ইত্যাদি। যে অবস্থায় হাইপারগ্লাইসেমিয়া ও গ্লুকোসুরিয়া দেখা দেয় তাকে **মধুমেহ** বা **ডায়াবিটিস**

ম্যালিটস (Diabetis mallitus) বলে। রক্তে ইনসুলিনের মাত্রা হ্রাসের জন্যই এমন হয়। ইনসুলিন ইনজেকসান দিলে রোগের কিছুটা উপশম হয়।

(2) **হাইপোগ্লাইসেমিয়া** (Hypoglycemia) ঃ রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ 70—50 মিলিগ্রামে নেমে এলে যে অবস্থার সৃষ্টি হয় তাকে হাইপোগ্লাইসেমিয়া বলে। এর ফলে প্রথমে নার্ভকোষ আক্রান্ত হয়। কারণ সেখানে সঞ্চিত খাদ্যের পরিণাম খুব কম। এর প্রধান উপসর্গগুলি হল—ক্লান্তি, ক্ষুধাবোধ, দৌর্বল্য, ক্রোধপ্রবণতা, উৎকণ্ঠা ও মাতলামো প্রভৃতি। তাছাড়া হাইপোগ্লাইসেমিয়া রোগাক্রান্ত ব্যক্তির চোখ-মুখ লাল হয়ে ওঠে, ঘাম ঝড়ে, কাঁপুনী দেয় এবং শেষে নিদ্রাহীনতা, খিঁচুনী, এমনকি মস্তিষ্ক বিকৃতি পর্যন্ত ঘটতে পারে।

16.19. কার্বোহাইড্রেট বিপাকের সংক্ষিপ্তসার [Summary of Carbohydrate metabolism]

কার্বোহাইড্রেট বিপাকে যকৃতের ভূমিকা সবিশেষ উল্লেখযোগ্য। কেবল যে পাচন ক্রিয়ার অপরিহার্য তাই নয়, কতকগুলি ক্ষতিকর পদার্থকে নির্বিষ ক'রে যকৃৎ দেহের অন্যান্য কোষকে রক্ষা করে। সঞ্চয় করা ছাড়াও যকৃৎ কার্বোহাইড্রেট, ফ্যাট ও প্রোটিনকে একটি থেকে অন্যটিতে রূপান্তরিত করে। হিমোগ্লোবিন বিপাকেও এর গুরুত্ব কম নয়। যকৃৎ ভাইটামিন সঞ্চয় করে এবং রক্ত তঞ্চনের জন্য প্রয়োজনীয় পদার্থ



চিত্র ঃ 16.12 দেহে গ্লুকোজের ব্যবহার ও পরিণতির চিত্ররূপ

উৎপন্ন করে। অন্যান্য দেহকোষ থেকে বিপাকজাত ক্ষতিকর পদার্থকে যকৃৎ অধিকতর দ্রবণীয় ও অপেক্ষাকৃত অল্প ক্ষতিকর পদার্থে পরিণত করে, যাতে সেগুলি বৃক্ক মাধ্যমে দেহের বাইরে চলে যেতে পারে।

দ্বিশর্করা, যৌগশর্করা প্রভৃতি পদার্থগুলি আর্দ্রবিশ্লেষিত হলে গ্লুকোজ, ফ্রাকটোজ ও গ্যালাকটোজ উৎপন্ন হয়। এগুলি যকৃৎ-এ পৌঁছালে দ্বি-বা যৌগ শর্করাকে যকৃৎ গ্লুকোজে রূপান্তরিত করে এবং তাদের গ্লাইকোজেন রূপে সঞ্চয় করে।

বার্নার্ড (*Bernard*) দেখেছেন যকৃৎ-ই সারাদিন রক্তের গ্লুকোজ-মাত্রার ভারসাম্য রক্ষা করে। প্রয়োজনে গ্লুকোজ উৎপাদনের জন্যে যকৃৎ নিজে প্রচুর গ্লাইকোজেন সঞ্চয় করে রাখে।

সবরকম কোষের শক্তির সরাসরি উৎস গ্লুকোজ। তাই রক্তে গ্লুকোজের গাঢ়ত্ব সর্বনিম্ন মাত্রায় কিছুটা উপরেই বজায় রাখতে হয়। সর্বনিম্ন মাত্রায় (অর্থাৎ প্রতি 100 মিলিলিটারে 60 মিলিগ্রামের) নীচে নেমে গেলে মস্তিষ্কে গ্লুকোজের অভাব দেখা দেয়। কারণ মস্তিষ্ক-কোষ গ্লুকোজকে গ্লাইকোজেন রূপে প্রয়োজনাতিরিক্ত পরিমাণে সঞ্চয় করে রাখতে পারে না। তাছাড়া ফ্যাট ও অ্যামাইনো অ্যাসিডকে শক্তির উৎস হিসাবে ব্যবহার করার উল্লেখযোগ্য ক্ষমতা মস্তিষ্ক কোষের নেই বললেই চলে। মস্তিষ্কে গ্লুকোজের মাত্রা প্রয়োজনের তুলনায় কমে গেলে অর্থাৎ সেখানে শক্তি উৎপাদনের জন্য ইন্ধনের যোগান না থাকলে অক্সিজেনের অভাব জনিত উপসর্গগুলি দেখা দেয়। উপরন্তু কাঁপুনি, মানসিক অস্থিরতা, জ্ঞানলোপ এমনকি মৃত্যুও ঘটতে পারে।

পেশীকোষ গ্লুকোজকে গ্লাইকোজেনে রূপান্তরিত করে সঞ্চয় করতে পারে। কিন্তু পেশীর গ্লাইকোজেন স্থানীয় সঞ্চয়রূপে কেবল পেশী সঙ্কোচনেই সহায়তা করে—রক্তের গ্লুকোজ মাত্রাকে নিয়ন্ত্রিত করতে পারে না। পেশী-কোষে নয়, কেবল যকৃৎ-কোষেই গ্লুকোজ-6-ফসফোমিউটেজ নামে এনজাইম আছে যা গ্লুকোজ—6—ফসফেটকে মুক্ত গ্লুকোজে রূপান্তরিত করতে পারে, যাতে সেটি রক্তে মিশতে পারে। তবে প্রয়োজনাতিরিক্ত গ্লুকোজ সরবরাহ হতে থাকলে যকৃৎ ও অন্যান্য কলা সেই অতিরিক্ত গ্লুকোজকে ফ্যাটে রূপান্তরিত করে, যাতে ভবিষ্যতে এর থেকে প্রয়োজনীয় শক্তি পাওয়া যেতে পারে। সুতরাং একথা মানতেই হয় যে, রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বজায় রেখে **যকৃৎ গ্লুকোস্ট্যাট** (Glucostat) **হিসাবে কাজ করে।**

যকৃৎ-এর মধ্যে কার্বোহাইড্রেট বিপাককে চার ধরনের হরমোনের পারস্পরিক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে। এগুলি হল—অগ্ন্যাশয়ের **ইনসুলিন**, অ্যাড্রিনাল মেডালার **এপিনেফ্রিন** (epinephrin), অ্যাড্রিনাল কর্টেক্সের—**কর্টিসোন** (cortisone) এবং পিটুইটারীর **বৃদ্ধি হরমোন** (Growth hormone)।

16.20. কার্বোহাইড্রেট বিপাকের উপর এণ্ডোক্রিন গ্রন্থির প্রভাব [Role of endocrine glands on carbohydrate metabolism]

বিভিন্ন এণ্ডোক্রিন গ্রন্থি-নিঃসৃত হরমোন কার্বোহাইড্রেট বিপাককে প্রভাবিত করে। নীচে এদের কয়েকটির উল্লেখ করা হল:

1. **ইনসুলিন** (Insulin): অধিকাংশ কলা যাতে বেশী পরিমাণে গ্লুকোজ ব্যবহার করতে পারে সেই সুযোগ করে দিয়ে ইনসুলিন কার্বোহাইড্রেট বিপাককে প্রভাবিত করে। তাই রক্তে ইনসুলিনের মাত্রা কমে গেলে রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বেড়ে যায়।

2. **গ্লুকাগণ** (Glucagon): যকৃতকোষে গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বাড়াতে (হাইপারগ্লাইসেমিয়া) সাহায্য করে বলে কার্বোহাইড্রেট বিপাক গ্লুকাগণ দ্বারা প্রভাবিত হয়।

3. **বৃদ্ধিসহায়ক হরমোন** (Growth hormone): হেক্সোকাইনেজ এনজাইমের ক্রিয়াকলাপে বাধা সৃষ্টি ক'রে প্রকারান্তরে গ্লুকোজের ফসফরিলেসানকে বাধা দেয়। এর ফলে হাইপারগ্লাইসেমিয়া দেখা দেয়।

4. **অ্যাড্রিনাল গ্লুকোকর্টিকয়েড** (Adrenal glucocorticoids): এটিও রক্তের গ্লুকোজের মাত্রা বাড়িয়ে দিয়ে হাইপারগ্লাইসেমিয়া অবস্থার সৃষ্টি করে।

5. **ভেসোপ্রেসিন ও অক্সিটোসিন** (Vasopressin and oxytocin): পশ্চাৎ পিটুইটারী গ্রন্থিনিঃসৃত হরমোন দুটিও রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বৃদ্ধি করে।

6. **থাইরক্সিন** (Thyroxin): এটি অন্ত্র থেকে গ্লুকোজ শোষণের মাত্রা বৃদ্ধি করে। তাছাড়া এটি বৃক্কের গ্লুকোজ ধারণ ক্ষমতাকে যথেষ্ট বাড়িয়ে দেয়।

7. **প্রোল্যাকটিন** (Prolactin): প্রোল্যাকটিন প্রধানত ইনসুলিনের বিপরীত ক্রিয়াকলাপের সঙ্গে যুক্ত থাকে।

৪. **যৌন হরমোন** (Sex hormones) : অয়েসট্রোন (Oestrone) ও অয়েসট্রাডিঅল (Oestradiol) নামে দুটি স্ত্রী হরমোন আইলেটস অব্ লেঙ্গারহানস্ কোষগুচ্ছকে ইনসুলিন ক্ষরণে প্রবুদ্ধ করে। ফলে এই সব যৌন হরমোন রক্তের গ্লুকোজ মাত্রা কমিয়ে এনে বহুমূত্র রোগকে দমন করে।

16.21. কার্বোহাইড্রেট বিপাকের উপর ভাইটামিনের প্রভাব [Effect of vitamins on carbohydrate metabolism]

1. **থায়ামিন বা ভাইটামিন B_1** (Thiamine) : এর অভাবে পাইরুভিক ও ল্যাকটিক অ্যাসিডের পরিপূর্ণ বিপাক ঘটে না যার ফলে সেগুলি রক্তে ও কোষে জমতে থাকে। সুষ্ঠু বিপাকে বিঘ্ন ঘটার ফলে এ থেকে **বেরিবেরি** (Beriberi) রোগ হয়।

2. **রাইবোফ্ল্যাবিন** (Riboflavin) : এর অভাবে কার্বোহাইড্রেট বিপাকের অন্তর্বর্তী ধাপগুলিতে বিশৃঙ্খলা দেখা দেয় যার ফলে **কাইলোসিস** (Cheilosis) অবস্থার সৃষ্টি হয়।

3. **নিয়াসিন বা নিকোটিনিক অ্যাসিড** (Niacin or Nicotinic acid) : এটির অভাবেও কার্বোহাইড্রেটের বিপাকের অন্তর্বর্তী ধাপগুলিতে বিশৃঙ্খলা দেখা দেয় এবং **পেলেগ্রা** (pallegra) রোগ সৃষ্টি হয়।

4. **প্যানটোথেনিক অ্যাসিড বা ভাইটামিন B_2** (Pantothenic acid) : এই ভাইটামিনটির অভাবে **অ্যালোপেসিয়া** (Alopecia) রোগ হয়; পাকস্থলী এবং অন্ত্রের ক্রিয়াকলাপেও বিঘ্ন ঘটে।

5. **সায়ানোকোবালামিন বা ভাইটামিন B_{12}** (Cyanocobalamin) : কার্বোহাইড্রেটকে ফ্যাটে অথবা ফ্যাটকে কার্বোহাইড্রেটে রূপান্তরিত করতে এটি অপরিহার্য। ভাইটামিনটি প্রয়োগ করে হাইপারগ্লাইসেমিয়া অবস্থাকে নিয়ন্ত্রণে আনা যায়।

6. **অ্যাসকরবিক অ্যাসিড বা ভাইটামিন C** (Ascorbic acid) : এর অভাব কার্বোহাইড্রেট বিপাককে বিঘ্নিত করে, ফলে **স্কার্ভি** (Scurvy) রোগ হয়।

16.22. প্রোটিন বিপাক—পরিণতি ও কাজ [Protein metabolism—fate and function]

দেহে প্রতিনিয়ত প্রোটিনের ভাঙ্গাগড়া চলে। পৌষ্টিকনালীতে খাদ্যের প্রোটিন বিভিন্ন প্রকার এনজাইমের সাহায্যে বিভিন্ন অ্যামাইনো অ্যাসিডে ভেঙ্গে যায়। পরে এই অ্যামাইনো অ্যাসিড পোর্টালতন্ত্রের মাধ্যমে যকৃতে পৌঁছায়। যকৃৎ প্রয়োজনমতো অ্যামাইনো অ্যাসিড নিজের ব্যবহারের জন্য রেখে বাকি অংশ রক্তে ফেরৎ পাঠায়। যকৃৎ ও কলারস থেকে নির্গত অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলি একত্রে রক্তের **অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার** (Amino acid pool) গড়ে তোলে। অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার থেকে চাহিদা মতো দেহের বিভিন্ন কাজে অ্যামাইনো অ্যাসিড ব্যবহৃত হলেও প্রতিনিয়ত ভাণ্ডার পূর্ণ হতে থাকে। এইভাবে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড মাত্রায় সমতা বজায় থাকে।

1. রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিডের পরিণতি ও কাজ (Fate and functions of blood amino acids) :

নির্দেশক আইসোটোপ (Isotope) ব্যবহার করে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিডের পরিণত ও কাজ সম্বন্ধে বিস্তারিত যেসব তথ্য জানা গেছে সেগুলির সংক্ষিপ্ত আভাস নীচে দেওয়া হল।

(i) **প্রোটোপ্লাজম সংশ্লেষ** (Synthesis of Protoplasm) : প্রোটোপ্লাজমের প্রোটিন-উপাদান রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার থেকেই সংশ্লেষিত হয়।

(ii) **প্লাজমা-প্রোটিন সংশ্লেষ** (Synthesis of plasmaprotein) : অ্যালবুমিন গ্লবিউলিন, প্রোথ্রম্বিন, থ্রম্বিন, ফাইব্রিনোজেন প্রভৃতি প্লাজমা-প্রোটিন রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার থেকে যকৃতের সাহায্যে সংশ্লেষিত হয়।

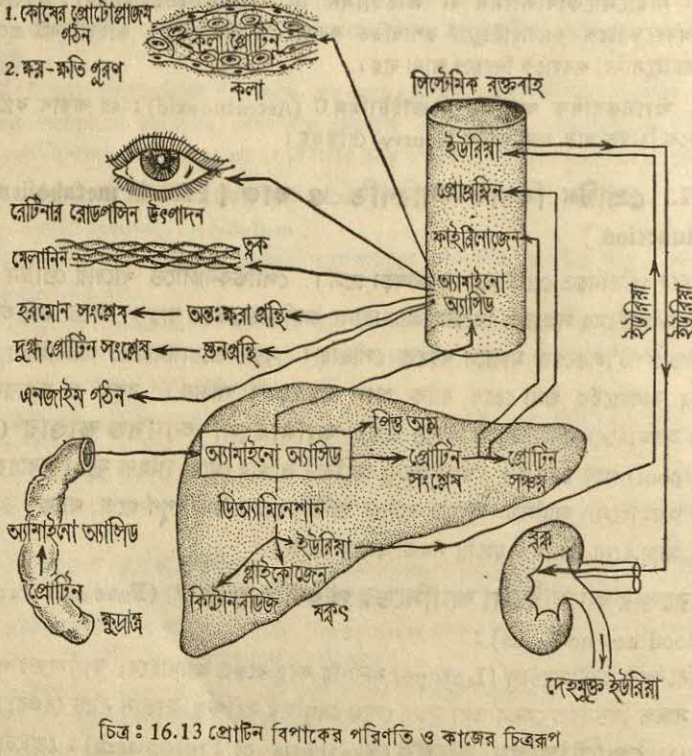
(iii) **দুগ্ধ প্রোটিন সংশ্লেষ** (Synthesis of milk protein) : দুগ্ধবতী মায়ের স্তনে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে দুগ্ধ প্রোটিন উৎপন্ন হয়।

(iv) **হরমোন সংশ্লেষ** (Synthesis of hormone) : রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে এণ্ডোক্রিন গ্রন্থি হরমোন তৈরী করে।

(v) **এনজাইম সংশ্লেষ** (Synthesis of enzyme) : এনজাইমের প্রকৃতি প্রোটিন বলে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড বিভিন্ন প্রকার উৎসেচক সংশ্লেষে ব্যবহৃত হয়।

(vi) **পিত্ত অম্ল সংশ্লেষ** (Synthesis of bile acid) : রক্ত থেকে, **গ্লাইসিন** (Glysine) ও **টৌরিন** (Taurine) নামে অ্যামাইনো অ্যাসিড টেনে নিয়ে যকৃৎ যথাক্রমে গ্লাইকোকোলিক ও টরোকোলিক নামে দুটি পিত্তঅম্ল উৎপন্ন করে।

(vii) **মেলানিন সংশ্লেষ** (Synthesis of melanin) : দেহত্বক, চুল প্রভৃতির



চিত্র : 16.13 প্রোটিন বিপাকের পরিণতি ও কাজের চিত্ররূপ

রং-নিয়ন্ত্রক রঙ্গক—মেলানিন রক্তের টাইরোসিন নামে অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে তৈরী হয়।

(viii) **অ্যান্টিবডি সংশ্লেষ** (Synthesis of antibody) : অ্যাণ্টিবডি হল গামা-গ্লবিউলিন জাতীয় একপ্রকার প্রোটিন। অ্যাণ্টিবডি রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে তৈরী হয়।

(ix) **দেহের বৃদ্ধি ও রক্ষা** (Growth and protection of the body) : দেহের বৃদ্ধি ও দেহকে রক্ষা করার কাজে ব্যবহৃত এমন কতকগুলি অপরিহার্য অ্যামাইনো অ্যাসিড* আছে যেগুলি দেহে সংশ্লেষিত হয় না। এগুলি খাদ্যের মাধ্যমে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডারে পৌঁছায় এবং সেখানে সঞ্চিত থাকে। সেখান থেকেই দেহের কলাকোষ সরাসরি তাদের শোষণ করে।

(x) **দেহের ক্ষয়পূরণ** (Body repair) : অপচিতির সময় দেহের কলাকোষের প্রোটিন প্রতিনিয়ত বিনষ্ট হয়, এতে দেহের ক্ষয় হয়। এই সব ক্ষেত্রে রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড কলাকোষের ক্ষয়ক্ষতি পূরণ করে।

(xi) **প্রোটিন সঞ্চয়** (Storage of protein) : উপচিতির হার অপচিতির হার ছাপিয়ে গেলে দেহে প্রোটিন সঞ্চিত হয়। সন্তানবতী স্ত্রীলোক, ব্যায়ামবিদ, কিশোর এমনকি শিশুর দেহে প্রোটিন সঞ্চিত হয়—যাতে প্রয়োজনমতো এটিকে ব্যবহার করা চলে।

(xii) **গ্লুকোজ ও ফ্যাটে রূপান্তর** (Transformation into glucose and fat) : প্রয়োজনমতো রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিড গ্লুকোজ ও ফ্যাটে রূপান্তরিত হয়।

2. **প্রোটিন অপচিতি** বা **ভাঙ্গন** (Catabolism of Protein) :

প্রোটিনের পাচিত অংশ অর্থাৎ অ্যামাইনো অ্যাসিডের অপচিতি বা ভাঙ্গন চলে প্রধানত যকৃতে। বৃক্ক বা অন্যান্য কলাকোষেও প্রক্রিয়াটি আংশিকভাবে চলতে পারে। অ্যামাইনো অ্যাসিডের অপচিতির ফলে সাধারণত **ইউরিয়া** (Urea) উৎপন্ন হয় যা কিনা **মূত্র** (Urine) মাধ্যমে দেহমুক্ত হয়। অ্যামাইনো অ্যাসিডের ভাঙ্গন প্রধানতঃ তিনটি প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়, যথা—

(1) **ডিঅ্যামাইনেশান** (Deamination) :

(2) **ট্রান্সঅ্যামাইনেশান**** (Transamination) ও

(3) **ট্রান্সমিথাইলেশান** (Transmethylation) :

(1) **ডিঅ্যামাইনেশান** : অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে **অ্যামাইনো মূলক** ($-NH_2$ radicle) **অপসারণকে ডিঅ্যামাইনেশান** বলে। প্রক্রিয়াটি প্রধানত যকৃতে **ডিঅ্যামাইনেজ** (deamynage) নামে এনজাইমের দ্বারা পরিচালিত হয়।

ডিঅ্যামাইনেশান পদ্ধতিতে অ্যামাইনো অ্যাসিডের একটি অণু—নিম্নলিখিত দুটি অংশে ভেঙ্গে যায় :

(a) **নাইট্রোজেনঘটিত অংশ** অর্থাৎ **অ্যামোনিয়া** এবং

(b) **নাইট্রোজেন বিহীন অংশ** অর্থাৎ, কিটোনিক অ্যাসিড বা অ্যালডিহাইড বা একটি হাইড্রক্সি অ্যাসিড।

---

* ট্রিপটোফ্যান, লাইসিন, লিউসিন, আইসোলিউসিন, মিথিওনিন, ভ্যালিন, ফেনাইল, অ্যালানিন ইত্যাদি।

** এটিও এক ধরনের ডিঅ্যামাইনেশান পদ্ধতি অর্থাৎ এক্ষেত্রেও মূলতঃ অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে অ্যামোনিয়া মূলক ($-NH_2$) অপসারিত হয়।

(a) নাইট্রোজেনঘটিত অংশের পরিণতি (ইউরিয়া সংশ্লেষ) ও কাজ [Fate (Urea synthesis) and function of the Nitrogenous part] :

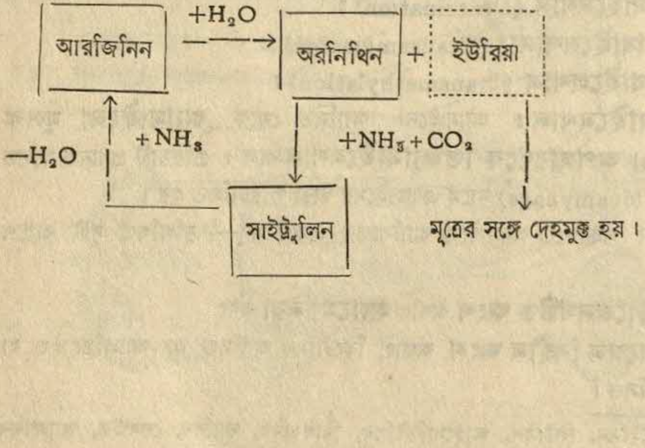
ডিঅ্যামাইনেশান পদ্ধতিতে দেহে প্রচুর পরিমাণে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া দেহের পক্ষে অত্যন্ত ক্ষতিকর। তাই দেহকে অ্যামোনিয়ার বিষক্রিয়া থেকে মুক্ত রাখতে এর দ্রুত অপসারণ প্রয়োজন। অ্যামোনিয়ার লবণ হিসাবে এটিকে দেহমুক্ত করা গেলেও এর প্রধান অংশই ইউরিয়ায় রূপান্তরিত হয়। কারণ অ্যামোনিয়ার চেয়ে ইউরিয়া দেহের পক্ষে কম ক্ষতিকর। ইউরিয়া মূত্রের সঙ্গে দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয়।

ইউরিয়া সংশ্লেষ পদ্ধতি (Process of Urea synthesis) :

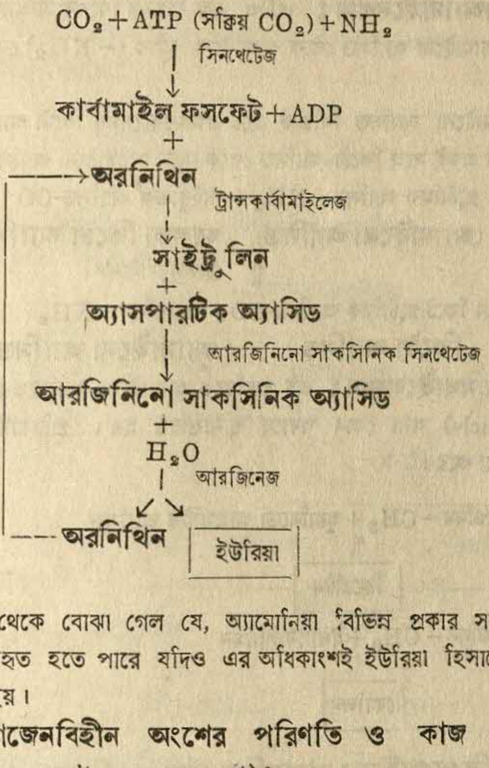
ইউরিয়া যকৃতে **ক্রেবস-অরনিথিন চক্র** (Krebs-Ornithine cycle) মাধ্যমে উৎপন্ন হয়।

আরজিনিন (Arginine) নামে অ্যামাইনো অ্যাসিড এক অণু জলের ($+H_2O$) উপস্থিতিতে আরজিনেজ (Arginase) এনজাইমের দ্বারা **অরনিথিন** ও **ইউরিয়ায়** ভেঙ্গে যায়। ইউরিয়া মূত্রের সঙ্গে দেহমুক্ত হয় কিন্তু অরনিথিন এক অণু অ্যামোনিয়া (NH_3) ও এক অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডের ($+CO_2$) সঙ্গে যুক্ত হয়ে **সাইট্রুলিন** (Citrulline) উৎপন্ন করে। সাইট্রুলিন আরও একটি অ্যামোনিয়া অণুর ($-NH_3$) সঙ্গে যুক্ত হয়ে এবং এক অণু জল বর্জন ($-H_2O$) করে আরজিনিন গঠন করে। আরজিনিন বিশ্লিষ্ট হয়ে অরনিথিন ও ইউরিয়া উৎপাদন করে। এইভাবে পদ্ধতিটির ক্রমাগত চক্রাবর্তন ঘটে এবং প্রতি চক্রে একটি করে ইউরিয়া অণু উৎপন্ন হয়।

নীচে **ক্রেবস-অরনিথিন চক্রটি** ছকের মাধ্যমে দেখানো হল :—



ইদানিং ক্রেবস-অরনিথিন চক্রের কিছু পরিবর্তন লক্ষ্য করা গেছে। নীচে বিক্রিয়া-চক্রের সংক্ষিপ্তসার দেওয়া হল ঃ



উপরের ছক থেকে বোঝা গেল যে, অ্যামোনিয়া বিভিন্ন প্রকার সরল অ্যামাইনো অ্যাসিড* গঠনে ব্যবহৃত হতে পারে যদিও এর অধিকাংশই ইউরিয়া হিসাবে মূত্রের সঙ্গে দেহ থেকে বর্জিত হয়।

(b) **নাইট্রোজেনবিহীন অংশের পরিণতি ও কাজ** (Fate and function of the non-nitrogenous part) ঃ

ডিঅ্যামাইনেশানের পর অ্যামাইনো অ্যাসিডের যে অংশগুলি পড়ে থাকে সেগুলি প্রকৃতপক্ষে সরল **জৈব অ্যাসিড** (Organic acids) ; এদের মধ্যে **গ্লুকোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিডের** (Glucogenic amino acid) কার্বন কঙ্কাল গ্লুকোজ বা গ্লাইকোজেনে রূপান্তরিত হতে পারে। এদিকে ফিনাইল অ্যালানাইন এবং টাইরোসিন প্রভৃতি **কিটোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিডের** (Ketogenic amino acid) কার্বন কঙ্কাল থেকে উৎপন্ন হয় **কিটোন বডি** (Ketone bodies)।

অ্যামাইনো অ্যাসিডের নাইট্রোজেনবিহীন অংশ থেকে উৎপন্ন ফসফরস ও সালফর যৌগ গঠিত হবার পর সেগুলি মূত্রের সঙ্গে দেহমুক্ত হয়।

---

* গ্লাইসিন, অ্যালানিন, সেরিন, সিষ্টিন, গ্লুটামিক অ্যাসিড প্রভৃতি **অনপরিহার্য অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলি** (Non-essential amino acids) এইভাবে উৎপন্ন হয়। তবে লাইসিন, লিউসিন, ভ্যালিন, ট্রিপটোফ্যান, মিথিওনিন প্রভৃতি দেহে সংশ্লেষিত না হলেও এইসব **অপরিহার্য অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলি** (Essential amino acids) খাদ্যে থাকা প্রয়োজন।

অ্যামাইনো অ্যাসিডের নাইট্রোজেনবিহীন অংশ থেকে উৎপন্ন ফসফরস ও সালফার থেকে বিভিন্নপ্রকার ফসফরস ও সালফর যৌগ গঠিত হবার পর সেগুলি মূত্রের সঙ্গে দেহমুক্ত হয়।

(2) **ট্রান্সঅ্যামাইনেশান :** এটিও এক ধরনের বিশেষ ডিঅ্যামাইনেশান পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে অ্যামাইনো মূলক ($-NH_2$) কোন কিটো অ্যাসিডে স্থানান্তরিত হয়।

একটি অ্যামাইনো অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হয়ে একদিকে যেমন কিটো অ্যাসিড উৎপন্ন করে ; অন্যদিকে তেমনি একই সঙ্গে কিটো-অ্যাসিড থেকে নতুন অ্যামাইনো অ্যাসিড সৃষ্টি হয়।

গ্লুটামিক অ্যাসিড $-NH_2+$ পাইরুভিক অ্যাসিড-CO
(অ্যামাইনো অ্যাসিড) **(আলফা কিটো অ্যাসিড)**

$\rightleftharpoons$ ট্রান্সঅ্যামাইনেজ

আলফা কিটোগ্লুটারিক অ্যাসিড-CO + অ্যালানিন $-NH_2$
(কিটো অ্যাসিড) **(অ্যামাইনো অ্যাসিড)**

(3) **ট্রান্সমিথাইলেশান :** এই পদ্ধতিতে অ্যামাইনো অ্যাসিডের **মিথাইল মূলক** ($-CH_3$ radicle) অন্য কোন পদার্থে স্থানান্তরিত হয়। প্রক্রিয়াটিকে ট্রান্সমিথাইলেজ এনজাইম সাহায্য করে।

(1) মিথিওনিন $-CH_3+$ গুয়ানিডো অ্যাসেটিক অ্যাসিড

$\rightleftharpoons$

| ক্রিয়েটিন |

(2) মিথিওনিন $-CH_3+$ ইথ্যানোল্যামিন

$\rightleftharpoons$

| কোলিন |

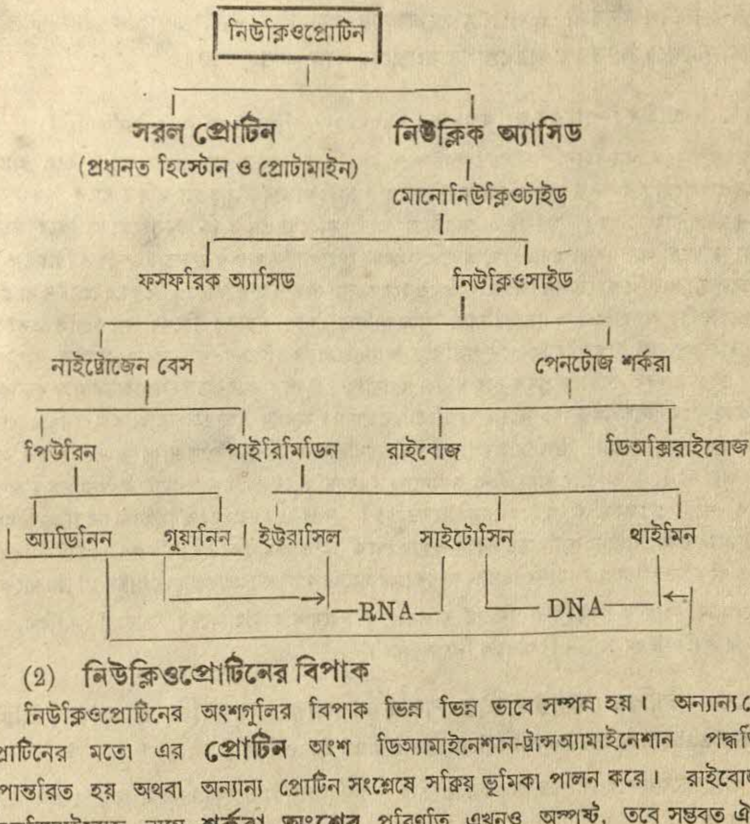
16.21. নিউক্লিওপ্রোটিনের রাসায়নিক গঠন ও বিপাক [Chemistry and metabolism of Nucleoprotein]

নিউক্লিক অ্যাসিডের সঙ্গে প্রধানত হিস্টোন (Histone) ও প্রোটামাইন (Protamine) নামে সরল প্রোটিন যুক্ত হয়ে নিউক্লিয়প্রোটিন গঠিত হয়। DNA (ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক অ্যাসিড) ও RNA (রাইবো নিউক্লিক অ্যাসিড)—এই দুটি নিউক্লিক অ্যাসিডের মধ্যে DNA হল প্রধান নিউক্লিক অ্যাসিড বা ক্রোমোজোমে থাকে। অন্যটি নিউক্লিওলস এবং সাইটোপ্লাজমে থেকে প্রোটিন সংশ্লেষে সহায়তা করে। তবে কোষের মধ্যেই বিভিন্ন প্রকার এনজাইমের সাহায্যে RNA ক্রমাগত বিশ্লিষ্ট এবং পুনরায় সংশ্লেষিত হয়। কিন্তু DNA হল এমন এক স্থিতিশীল যৌগ যা কোষের বংশগতির ধারাকে নিয়ন্ত্রণে রাখে।

(1) **নিউক্লিওপ্রোটিনের গঠন :**

DNA ও RNA চারপ্রকার মোনোনিউক্লিওটাইড দ্বারা গঠিত। প্রতিটি মোনো-নিউক্লিওটাইডকে আর্দ্রবিশ্লেষণ (hydrolysis) করলে ফসফরিক অ্যাসিড ও নিউক্লিওসাইড পাওয়া যায়। নিউক্লিওসাইড পিউরিন ও পাইরিমিডিন নামে নাইট্রোজেন বেস ও

রাইবোজ ও ডিঅক্সিরাইবোজ নামে পেণ্টোজ শর্করায় গঠিত। RNAতে রাইবোজ শর্করা এবং DNAতে ডিঅক্সিরাইবোজ শর্করা থাকে। অ্যাডিনিন ও গুয়ানিন দ্বারা পিউরিন বেস গঠিত। উভয় পদার্থেই DNA ও RNA তে থাকে। এদিকে ইউরাসিল, সাইটোসিন এবং থাইমিন দ্বারা পাইরিমিডিন বেস গঠিত। DNA-তে সাইটোসিন ও থাইমিন এবং RNAতে সাইটোসিন ও ইউরাসিল বর্তমান।



(2) নিউক্লিওপ্রোটিনের বিপাক

নিউক্লিওপ্রোটিনের অংশগুলির বিপাক ভিন্ন ভিন্ন ভাবে সম্পন্ন হয়। অন্যান্য দেহ-প্রোটিনের মতো এর **প্রোটিন** অংশ ডিঅ্যামাইনেশান-ট্রান্সঅ্যামাইনেশান পদ্ধতিতে রূপান্তরিত হয় অথবা অন্যান্য প্রোটিন সংশ্লেষে সক্রিয় ভূমিকা পালন করে। রাইবোজ ও ডিঅক্সিরাইবোজ নামে **শর্করা অংশের** পরিণতি এখনও অস্পষ্ট, তবে সম্ভবত ঐগুলি জারিত হয়ে CO_2 ও H_2O গঠন করে। ফসফরিক অ্যাসিডের বিপাক ফসফেট বিপাকের অনুরূপ। ইউরাসিল, সাইটোসিন ও থাইমিন প্রভৃতি পাইরিমিডিন বেসের পরিপূর্ণ অপচিতি ঘটলে NH_3, CO_2 ও H_2O উৎপন্ন হয়। এদিকে পিউরিন থেকে প্রধানত ইউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় যা মূত্রের সঙ্গে দেহমুক্ত হয়।

16.24. প্রোটিনের জৈবসংশ্লেষ [Biosynthesis of Protein]

প্রোটিনের জৈবসংশ্লেষ ঘটে কোষের সাইটোপ্লাজমে বিক্ষিপ্ত রাইবোজোমে। এখানে বিক্ষিপ্ত অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলিই প্রোটিন সংশ্লেষের উপাদান। এদের সজ্জাপদ্ধতির বৈচিত্র্যের উপরেই সংশ্লেষিত প্রোটিনের প্রকারভেদ নির্ভর করে। কার্বোহাইড্রেট

ও ফ্যাটের জৈব জারণ থেকে প্রাপ্ত ATP প্রোটিন সংশ্লেষের কাজে অপরিহার্য শক্তি সরবরাহ করে। প্রয়োজনে কোষমধ্যস্থ নিউক্লিয়সের DNA প্রোটিন সংশ্লেষের নির্দেশ পাঠায়। এই নির্দেশ সংকেতবাহী বা **ম্যাসেঞ্জার** RNA (m-RNA) সাইটোপ্লাজমের রাইবোজোমে বয়ে নিয়ে আসে। এদিকে স্থানান্তরকারী বা **ট্রান্সফার** RNA (t-RNA) কোষের সাইটোপ্লাজমে বিক্ষিপ্ত নানা প্রকার অ্যামাইনো অ্যাসিডকে রাইবোজোমে স্থানান্তরিত করলে DNA-র নির্দেশ অনুযায়ী m-RNA প্রয়োজনীয় অ্যামাইনো অ্যাসিডগুলিকে নির্দিষ্ট রীতি অনুযায়ী সাজিয়ে বিভিন্ন প্রকার প্রোটিন সংশ্লেষের কাজ সম্পন্ন করে।

16.25. প্রোটিন বিপাকের সংক্ষিপ্তসার [Summary of protein metabolism]:

বিভিন্ন প্রকার অ্যামাইনো অ্যাসিড হেপাটিক পোর্টাল শিরার মাধ্যমে রক্ত থেকে যকৃতে চলে আসে। সেখানে ব্যবহারের পর উদ্বৃত্ত অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে গ্লাইকোজেন উৎপন্ন হয়ে সঞ্চিত থাকে অথবা নতুন প্রোটিন গঠনে ব্যবহৃত হয়। অ্যামাইনো অ্যাসিডে ভারী নাইট্রোজেন (15 N) লেবেল করে উপযুক্ত পরীক্ষা মাধ্যমে লক্ষ্য করা গেছে যে, একদিকে যেমন দেহপ্রোটিন অত্যন্ত দ্রুততায় ক্রমাগত বিশ্লিষ্ট ও ক্ষয় হয়ে চলেছে, অন্যদিকে তেমনি তাদের সংশ্লেষও হয়ে চলেছে অত্যন্ত দ্রুত তালে। কোষে প্রোটিন সংশ্লেষের জন্য প্রয়োজনীয় অ্যামাইনো অ্যাসিডের মাত্রা খাদ্যে ছাপিয়ে গেলে যকৃতের বিশেষ কতকগুলি এনজাইম ডিঅ্যামাইনেশান বা ট্রান্সঅ্যামাইনেশান পদ্ধতিতে অ্যামাইনো অ্যাসিডের অ্যামাইনো গ্রুপকে অপসারণ করে। অন্য একদল এনজাইম পৃথক হয়ে যাওয়া অ্যামাইনো গ্রুপকে কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে যুক্ত ক'রে **ইউরিয়া** নামে বর্জ্যপদার্থ উৎপন্ন করে। ইউরিয়া রক্তস্রোতের মাধ্যমে বৃক্কে চলে যায় এবং সেখান থেকে মূত্রের সঙ্গে দেহমুক্ত হয়। ডিঅ্যামাইনেশানের পর অ্যামাইনো অ্যাসিডের পড়ে থাকা অংশগুলি হল সরল জৈব অ্যাসিড। কতকগুলি অ্যামাইনো অ্যাসিডের (যেমন, গ্লুকোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিড) কার্বন কঙ্কাল থেকে গ্লুকোজ বা গ্লাইকোজেন উৎপন্ন হয়। অন্য একধরনের অ্যামাইনো অ্যাসিড যেমন, কিটোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিডের কার্বন কঙ্কাল থেকে উৎপন্ন হয় কিটোন বডিজ। প্রোটিন হিসাবে সঞ্চিত থাকতে পারলেও এনজাইম হিসাবে বা কোষের গঠনের সঙ্গে ওতপ্রোতভাবে প্রোটিন জড়িয়ে থাকে।

প্রোটিন বিপাকে পিটুইটারী নিঃসৃত বৃদ্ধিসহায়ক হরমোন সাহায্য করে। তাছাড়া ইনসুলিন, যৌন হরমোন এবং কর্টিসন প্রোটিন বিপাককে নিয়ন্ত্রণ করে।

16.26. লিপিড (ফ্যাটজাতীয় পদার্থ) বিপাক, পরিণতি ও কাজ [Lipid (fatty substances) metabolism, fate and function]

পরিপাকের পর লিপিড বা ফ্যাটজাতীয় পদার্থ লসিকাবাহের মাধ্যমে রক্তসংবহন তন্ত্রে প্রবেশ করে।

রক্তের সঙ্গে মিশে থাকা ফ্যাটজাতীয় পদার্থগুলির মধ্যে **ট্রাইগ্লিসারাইড** (triglyceride), **কোলেস্টেরল** (cholesterol), **ফসফোলিপিড** (phospholipid) অন্যতম।

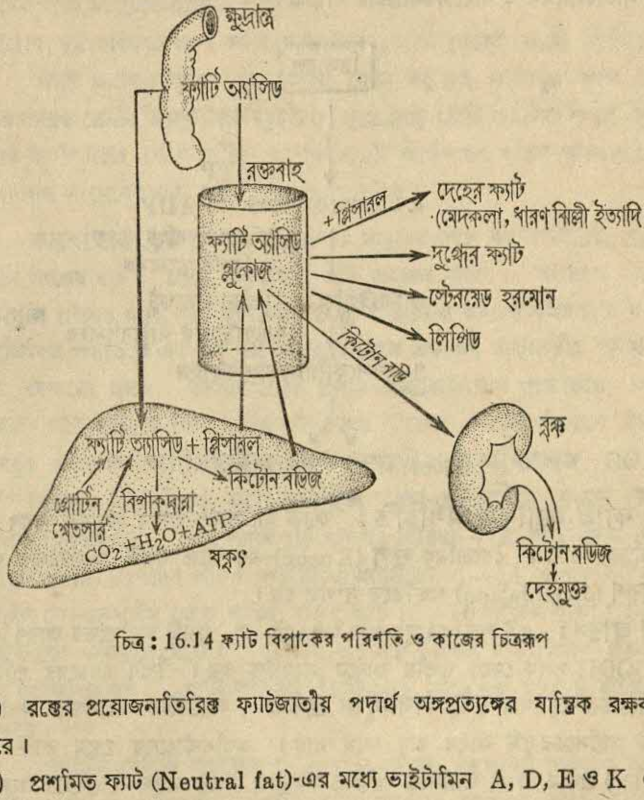
1. **পরিণতি ও কাজ** (Fate and function):

(1) ফুসফুসের মধ্য দিয়ে রক্তচলাচলের সময় ফুসফুসীয় কলাকোষ প্রয়োজনমতো ফ্যাটজাতীয় পদার্থ গ্রহণ করে এবং তাকে বিভিন্ন কাজে লাগায়।

(2) রক্তের ফ্যাটজাতীয় পদার্থ গ্রহণ ক'রে অন্তঃক্ষরা গ্রন্থি **স্টেরয়েড হরমোন** (Steroid hormone) তৈরী করে।

(3) অল্প পরিমাণে গ্রহণ করে মাতৃস্তন ফ্যাটজাতীয় পদার্থকে দুধের ফ্যাটে রূপান্তরিত করে।

(4) জারণের (Oxidation) ফলে ফ্যাট থেকে শক্তি উৎপন্ন হয়।



চিত্র : 16.14 ফ্যাট বিপাকের পরিণতি ও কাজের চিত্ররূপ

(5) রক্তের প্রয়োজনাতিরিক্ত ফ্যাটজাতীয় পদার্থ অঙ্গপ্রত্যঙ্গের যান্ত্রিক রক্ষক হিসাবে কাজ করে।

(6) প্রশমিত ফ্যাট (Neutral fat)-এর মধ্যে ভাইটামিন A, D, E ও K এমনভাবে দ্রবীভূত থাকে যাতে দেহ এদের সহজে গ্রহণ করতে পারে।

(7) রক্তের ফ্যাটজাতীয় পদার্থকে গ্রহণ করে যকৃৎ তাকে কার্বোহাইড্রেট সংশ্লেষের কাজে লাগাতে পারে।

(8) যকৃতে থেকে প্রোটিনসংশ্লেষ করতে পারে।

(9) তাপের কুপরিবাহক হিসাবে দেহের উষ্ণতা নিয়ন্ত্রণ করে।

2. **ফ্যাটের অপচিতি** বা **ভাঙন** (Catabolism of fat) ঃ

ফ্যাটের অপচিতি বা ভাঙন বলতে সাধারণত ট্রাইগ্লিসারাইড থেকে উৎপন্ন **গ্লিসারল** (Glycerol) ও **ফ্যাটি অ্যাসিডের** (fatty acid) অপচিতিকেই বোঝায়।

(a) **গ্লিসারল অপচিতি ঃ** ATP ও গ্লিসারোকাইনেজ এনজাইমের সাহায্যে গ্লিসারল **আলফা-গ্লিসারোফসফেটে** (α-glycerophosphate) পরিণত হয়। শেষোক্ত পদার্থটি আলফা-গ্লিসারোফসফেট ডিহাইড্রোজেনেজের প্রভাবে **ডাইহাইড্রক্সি অ্যাসিটোন**

ফসফেট (dihydroxy acetone phosphate) গঠন করে। ডাইহাইড্রক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট ফসফোট্রায়োজ আইসোমেরেজের প্রভাবে 3-ফসফোগ্লিসির্যালডিহাইড-এ রূপান্তরিত হয়ে পূর্বালোচিত এম্বডেন-মেয়ারহফ্ পথ ও ক্রেবস চক্র পথে কার্বোহাইড্রেটের অনুরূপ পদ্ধতিতে সাইটোপ্লাজম ও মাইটোকনড্রিয়ায় জারিত হয়।

গ্লিসারল

↓ গ্লিসারোকাইনেজ + ATP

α—গ্লিসারোফসফেট + ADP

↓ α—গ্লিসারোফসফেট ডিহাইড্রোজেনেজ

ডাইহাইড্রক্সি অ্যাসিটোন ফসফেট

↓ ফসফোট্রায়োজ আইসোমেরেজ

3—ফসফোগ্লিসির্যালডিহাইড

↙ ↘

গ্লাইকোলিসিস গ্লাইকোজেন

(b) **ফ্যাটি অ্যাসিড অপচিতি :** ফ্যাটি অ্যাসিডের জারণ প্রধানত যকৃৎ কোষের মাইটোকনড্রিয়ায় চলে। বৈজ্ঞানিক **নুপ** (Knoop)-এর মতে ফ্যাটি অ্যাসিডের অপচিতি **বিটা জারণ** (β-Oxidation) পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়।

বিটা জারণ : এই পদ্ধতির মূল কথা হল এই যে, ফ্যাটি অ্যাসিডের জারণ বিটাস্থানে অর্থাৎ—COOH মূলক থেকে তৃতীয় কার্বনে সংঘটিত হয়। বিটা জারণের প্রতি ধাপে ফ্যাটি অ্যাসিডের অণু থেকে **দুই কার্বনযুক্ত একক** (অ্যাসেটিক আসিড) নির্গত হয়। এতে ফ্যাটি অ্যাসিডের দুটি কার্বন অণু কমে যায়। অবশিষ্টাংশের প্রথম কার্বন (অর্থাৎ পূর্বের তৃতীয়) প্রথমে কিটো অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং পরে নতুন—COOH মূলক সৃষ্টি করে। **এইভাবে একটি ফ্যাটি অ্যাসিড অণু ক্রমশঃ কতকগুলি দুই-কার্বনযুক্ত এককে পরিণত হয়।**

পরে প্রতিটি দুই-কার্বনযুক্ত একক অ্যাসিটাইল কোএনজাইম-এতে রূপান্তরিত হয়ে ক্রেবস চক্রে প্রবেশ করে। ক্রেবস চক্র অ্যাসিটাইল কোএনজাইম-এ জারিত হয়ে যথারীতি কার্বন ডাই-অক্সাইড, জল ও ATP শক্তি উৎপন্ন করে।

16.27. ফ্যাটের জৈবসংশ্লেষ [Biosynthesis of fat]

দেহে কার্বোহাইড্রেট ও প্রোটিন থেকে ফ্যাটজাতীয় পদার্থের জৈব সংশ্লেষ হয়ে থাকে। তবে দেহে অধিকতর অসম্পৃক্ত এবং অপরিহার্য ফ্যাটি অ্যাসিডের* সংশ্লেষ মোটেই সম্ভব নয়। এগুলিকে খাদ্যের সঙ্গে গ্রহণ করতে হয়।

* লাইনোলেনিক অ্যাসিড, অ্যারাকিডোনিক অ্যাসিড প্রভৃতি।

(a) **ফ্যাটি অ্যাসিড সংশ্লেষ :** ফ্যাটি অ্যাসিডের ভাঙ্গন বা অপচিতিতে সহায়ক এনজাইমগুলি দ্বারা ফ্যাটি অ্যাসিডের সংশ্লেষ চলে না—সম্পূর্ণ পৃথক এনজাইম ব্যবহৃত হয়। সংশ্লেষে সাহায্যকারী এনজাইমগুলি সাইটোপ্লাজমে থাকে, ফ্যাটি অ্যাসিড বিশ্লেষণকারী এনজাইমের মতো মাইটোকনড্রিয়ায় থাকে না।

যাইহোক, দুই কার্বনযুক্ত অংশ অর্থাৎ অ্যাসিটাইল কো-এ থেকেই ফ্যাটি অ্যাসিড সংশ্লেষ শুরু হয়। ফ্যাটি অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হবার সময় যেমন বহু দুই কার্বনযুক্ত অংশ তৈরী হয়, সংশ্লেষের সময়ও তেমনি বহু দুই-কার্বনযুক্ত অংশ জুড়ে জুড়ে ফ্যাটি অ্যাসিড শৃঙ্খল সৃষ্টি হয়। সমসংখ্যক অ্যাসিটাইল কোএনজাইম অপেক্ষা ফ্যাটি অ্যাসিডের শক্তির পরিমাণ বেশী বলে ফ্যাটি অ্যাসিড সংশ্লেষের জন্য ATP শক্তি প্রয়োজন হয়।

(1) **কার্বোহাইড্রেট থেকে সংশ্লেষ :** মানুষের দেহে কার্বোহাইড্রেট থেকে ফ্যাটি অ্যাসিডের সংশ্লেষ ঘটে। দেহে মেদবৃদ্ধির এটি অন্যতম কারণ। সংশ্লেষে সহায়তাকারী এনজাইমগুলি প্রধানত যকৃৎ, বৃক্ক, অ্যাড্রিনাল গ্রন্থি, মাতৃস্তন ও অন্যান্য কলাকোষে থাকে।

নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে এক অণু কার্বোহাইড্রেট থেকে এক অণু ফ্যাটজাতীয় পদার্থ কিভাবে সম্ভব তা দেখানো হল। কার্বোহাইড্রেট প্রথমে গ্লাইকোলিসিস পদ্ধতিতে অ্যাসিটাইল কোএনজাইম গঠন করে, যা কিনা ফ্যাটজাতীয় পদার্থ সংশ্লেষে যোগসূত্র হিসাবে কাজ করে। বায়োটিনযুক্ত এনজাইম **অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম কার্বক্সিলেজ**, CO_2, ATP ও Mg^{++} আয়নের উপস্থিতিতে **ম্যালোনাইল কো-এনজাইম এ-তে** (Malonyl Co-A)-তে পরিণত হয়। পরে পদার্থ দুটি পরস্পর বিক্রিয়া ক'রে **পামিটিক অ্যাসিড** (Palmitic acid) উৎপাদন করে। পামিটিক অ্যাসিডের 1—14 সংখ্যক কার্বন পরমাণু ম্যালোনাইল কো-এনজাইম থেকে পাওয়া যায় ; আর 15—16 সংখ্যক কার্বন পরমাণু আসে অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম থেকে। পামিটিক অ্যাসিড বিভিন্ন এনজাইমের প্রভাবে ফ্যাটি অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। ফ্যাটি অ্যাসিড গ্লিসারলের সঙ্গে যুক্ত হয়ে **ট্রাইগ্লিসারাইড** উৎপন্ন করে।

(2) **প্রোটিন থেকে সংশ্লেষ :** প্রোটিন থেকে সংশ্লেষিত শর্করার একাংশ যে ফ্যাটজাতীয় পদার্থে রূপান্তরিত হয় তা আইসোটোপ ব্যবহারে প্রমাণিত হয়েছে। ভাইটামিন বি-কমপ্লেক্সের কোন না কোন উপাদান এ ব্যাপারে সক্রিয় ভূমিকা গ্রহণ করে।

(b) **ফসফোলিপিড সংশ্লেষ :** রক্ত থেকে গৃহীত ফ্যাটি অ্যাসিড ও অন্যান্য পদার্থ যকৃতে ফসফোলিপিডে পরিণত হয়। রক্তস্রোতের মাধ্যমে ফসফোলিপিড মেদকলায় পৌঁছে ফ্যাট হিসাবে সঞ্চিত হয়।

(c) **কোলেস্টেরল সংশ্লেষ :** বিটা-জারণের ফলে উৎপন্ন অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম থেকে যকৃৎ, গোনাড ও ত্বকের কলায় কোলেস্টেরল সংশ্লেষিত হয়। তা থেকে আবার বিভিন্ন স্টেরয়েড ও ভাইটামিন D উৎপন্ন হয়।

16.28. ফ্যাট বিপাকের সংক্ষিপ্তসার [Summary of fat metabolism]

ফ্যাটে বিভিন্ন অনুপাতে নানারকমের ফ্যাটি অ্যাসিড বর্তমান। উদ্ভিদ ও প্রাণীর প্রতিটি প্রজাতির দেহেই অল্পবিস্তর ফ্যাট সঞ্চিত থাকে। ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারল রক্ত বা লসিকা মাধ্যমে সরাসরি সঞ্চয় অঙ্গে

চলে যায়। দেহত্বকের নীচের কোষস্তরে ও দেহগহ্বরস্থ মেসেনটারিক পর্দার উপরে, এমন কি ক্ষুদ্রান্ত্রের প্রাকারের বাইরে ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারল পুনরায় সংশ্লেষিত হয়ে ফ্যাট গঠন করে। এইভাবে সঞ্চিত ফ্যাট মুখ্যত ভবিষ্যতে ব্যবহারের জন্যে রাখা থাকে। প্রয়োজনে ঐ সব ফ্যাটজাতীয় পদার্থ যকৃতে চলে আসে এবং পুনরায় বিশ্লিষ্ট হয়। এখান থেকে রক্তস্রোতের মাধ্যমে কোষে কোষে পৌছায় এবং সেখানে শর্করার মতোই জারিত হয় এবং শক্তি উৎপাদন করে।

16.29. মৌল-বিপাক হার [Basal Metabolic Rate or B.M.R.]

প্রাণিদেহে সম্ভাব্য ন্যূনতম বিপাকক্রিয়াকে **মৌল-বিপাক** (Basal metabolism) বলে। জাগ্রত বা শায়িত অবস্থায় প্রাপ্তবয়স্ক কোন লোক নিশ্চল থেকে অন্তত আধঘণ্টা পরিপূর্ণ বিশ্রাম নিলে তার দেহমনে পূর্ণ স্থিতাবস্থা আসে। পূর্ণ স্থিতাবস্থায় দেহের সবকিছু কাজকর্ম ঠিক ঠিক চালিয়ে যেতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন, ঠিক ততটুকুই মৌল বিপাকের পরিমাণ।

প্রতি ঘণ্টায় প্রতি বর্গমিটার দেহতল থেকে যে ন্যূনতম শক্তি ব্যয়িত হয় তাকে **মৌল বিপাক হার** বা বি. এম. আর (B.M.R.) বলে। B.M.R দেহতলের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক। অন্যদিকে আবার এটি বয়সের সঙ্গে ব্যস্তসমানুপাতিক (inversely proportional)। অর্থাৎ বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে B.M.R. কমতে থাকে। B.M.R. 6 বৎসর বয়সে 57·5 কিলোক্যালরি, 12 বৎসরে 50·4 কিলোক্যালরি, 20—30 বৎসরে 40 কিলোক্যালরি এবং 70 বৎসরে 38·5—35·5 কিলোক্যালরি। বয়স্ক স্ত্রীলোকের ক্ষেত্রে মৌল-বিপাক হার আনুপাতিকহারে কিছুটা কম অর্থাৎ 37—34 কিলোক্যালরি।

বেনেডিক্ট-রোথ যন্ত্র (Benedict-Roth apparatus) অথবা **ডগলাস থলি** (Dauglas bag) ব্যবহারে B.M.R নির্ণয় করা যায়। বয়স, লিঙ্গভেদ, দেহের ক্ষেত্রফল, জাতিগত বৈষম্য, আবহাওয়া, পুষ্টি, অভ্যাস, দৈহিক উষ্ণতা, অন্তঃক্ষরা গ্রন্থির প্রভাব, গর্ভাবস্থা ও নানাপ্রকার ঔষধ B.M.R.-কে নিয়ন্ত্রণ করে।

B.M.R. নির্ণয়ের জন্য **রিড** (Read) মোটামুটি একটি সহজ ফরমূলা দিয়েছেন।

$$B.M.R = 0{\cdot}75\,(P.R. + 0{\cdot}75 \times P.P.) - 72$$

(যেখানে P.R. = পাল্‌স রেট, P.P. = পাল্‌স প্রেসার)

B.M.R. নির্ণয়ের প্রয়োজনীয়তা (Importance of reading B.M.R) :

(1) উপযুক্ত ক্যালরিসমৃদ্ধ পথ্যের ব্যবস্থা করা। (2) B.M.R.-এর উপর বিভিন্ন ধরনের ঔষধ ও পথ্যের প্রতিক্রিয়া সম্বন্ধে ধারণা লাভ। (3) হাইপোথাইরয়েডিজম (Hypothyroidism) ও হাইপারথাইরয়েডিজম (Hyperthyroidism) প্রভৃতি নানাপ্রকার রোগ নির্ণয়ে সুবিধা।

॥ অনুশীলনী ॥

A দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type questions.]

1. খাদ্যের পাচন বা পরিপাক দরকার কেন? পৌষ্টিকনালীতে কোথায় কিভাবে খাদ্যের পরিপাক ঘটে সংক্ষেপে বল। [What is the necessity of digestion of food ? Briefly mention the regions and method of food digestion there in.]

[উঃ। 16.1, 16.2, 16.3 প্রথম অনুচ্ছেদ, 16.5 প্রথম অনুচ্ছেদ, 16.6 প্রথম অনুচ্ছেদ দেখ।]

2. পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে উৎসেচকের ক্রিয়ায় শ্বেতসার কিভাবে পাচিত হয় তার বর্ণনা দাও। [Describe how starch is digested in different parts of the alimentary canal by the action of enzymes] [H.S. 1978]

[উঃ। 16·3 (i), (ii), (iii) ; 16·6 [A] (i) শেষাংশ, (ii) (1) ; [B] (1) দেখ]

3. তোমার পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে উৎসেচকের সাহায্যে প্রোটিনের পরিপাক কিভাবে হয় তা বর্ণনা কর। [Describe how protein is digested in different parts of alimentary canal of your body by the action of different enzymes.] [H.S. 1979]

[উঃ। 16·5 (i), (ii), (iii) ; 16·5 [A] (i) শেষাংশ ও (ii)-(2) এবং [B] (2) দেখ]

4. পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে উৎসেচকের ক্রিয়ায় ফ্যাট কিভাবে পাচিত হয় তা বর্ণনা কর। [Describe how fat is digested in different parts of the alimentary canal by the action of enzymes.] [উঃ। 16·5 (iv) : 16·6 [A] (3) এবং [B] (3) দেখ]

5. পৌষ্টিকনালীর বিভিন্ন অংশে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটের পাচনের সংক্ষিপ্তসার ছকের মাধ্যমে উপস্থাপিত কর। [Present with the help of a table the summary of the digestion of carbohydrate, protein and fat.] [উঃ। 16·7 দেখ]

6. পাচকরস ক্ষরণ পদ্ধতি সম্বন্ধে তোমার ধারণা ব্যক্ত কর। [Give your idea about the mechanism of various digestive juices.] [উঃ। 16·9 দেখ]

7. শোষণ কাকে বলে ? পৌষ্টিকনালীতে বিভিন্ন প্রকার খাদ্যের কিভাবে শোষণ ঘটে সংক্ষেপে বল। [What is absorption ? State how absorption of different food matters takes place in alimentary canal.] [উঃ। 16 10 ; 16·11 ও 16·12 দেখ]

8. শোষণ কাকে বলে ? দেহে কার্বোহাইড্রেট শোষণ সম্বন্ধে যা জান লেখ। [What is absorption ? Write what you know about the absorption of carbohydrates in the body.] [উঃ। 16·10 A দেখ]

9. দেহে প্রোটিন ও ফ্যাট শোষণ পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [Briefly describe the method of absorption of protein and fat in the body.] [উঃ। 16·11 ও 12 দেখ]

10. বিপাক কাকে বলে ? কার্বোহাইড্রেট বিপাক সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা কর। [What is metabolism ? Discuss in detail the method of carbohydrate metabolism.]

[উঃ। 16.16 ও 16.17 দেখ]

11. প্রোটিন বিপাকের পরিণতি ও কাজ সম্বন্ধে একটি নাতিদীর্ঘ প্রবন্ধ রচনা কর। [Write a short essay on the fate and function of protein metabolism.] [উঃ। 16·22 দেখ]

12. ইউরিয়া কি ? দেহে ইউরিয়া সংশ্লেষ কিভাবে ঘটে ? ইউরিয়ার পরিণতি কি ? [What is urea ? How is urea synthesised in the body ? What is the fate of urea ?]

[উঃ। 16·20 2 (1)a ও 16·2 দেখ]

13. লিপিড বিপাক পদ্ধতি, পরিণতি ও কাজ সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। [Briefly discuss the method, fate and function of lipid metabolism.]

[উঃ। 16·26 ও 16·28 দেখ]

14. দেহে ফ্যাটের জৈবসংশ্লেষ কিভাবে ঘটে সে সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা কর। [Briefly discuss how biosynthesis of fat takes place in the body.] [উঃ। 16·27 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন : [Short answer type questions.]

15. ছবি এঁকে লালাগ্রন্থির অবস্থান দেখাও। লালাগ্রন্থির কাজ কি ? [Indicate the position of salivary glands with the help of a diagram. What are the functions of Salivary glands.] [উঃ। 15 অধ্যায়ের পাচনতন্ত্র অন্তর্গত চিত্র : 15·10 ও 16·3 দেখ]

16. পাকস্থলী রসে কি কি এনজাইম থাকে? পাকস্থলীতে প্রধানতঃ কি কি খাদ্যের পরিপাক ঘটে? [Which are the enzymes present in gastric juice ? Which types of foods get digested there ?] [উঃ। 16.5 দেখ]

17. পিত্ত কোথায় উৎপন্ন হয়? পিত্তের কাজ কি? পিত্ত দ্বারা খাদ্যের কিভাবে পরিপাক হয় দেখাও। [Where is bile formed ? What are the functions of bile ? State how food gets digested with the help of bile.] [উঃ। 16.6 A (i) দেখ]

18. শোষণ কাকে বলে? পৌষ্টিকনালীর কোন অংশে খাদ্যের শোষণ ঘটে? এবং কিভাবে? [What is absorption ? In which part of the alimentary canal absorption takes place and how ?] [উঃ। 16.10 দেখ]

19. কার্বোহাইড্রেটের বিপাক পদ্ধতি সংক্ষেপে বল। [Briefly state the method of carbohydrate metabolism.] [উঃ। 16.17 দেখ]

20. রক্তের অ্যামাইনো অ্যাসিডের পরিণতি ও কাজ কি? [What are the fate and function of blood aminoacids ?] [উঃ। 16.22, 1 দেখ]

21. অপচিতি কাকে বলে? প্রোটিনের অপচিতি কি ভাবে ঘটে? [What is catabolism ? How does catabolism of protein take place ?] [উঃ। 16.22, 2 দেখ]

22. ডিঅ্যামাইনেশান ও ট্রান্সঅ্যামাইনেশান কাকে বলে? ডিঅ্যামাইনেশান পদ্ধতিটি সংক্ষেপে ব্যক্ত কর। [What are meant by deamination and transamination ? Briefly state the process of deamination.] [উঃ। 16.22,2 (1) ও (2) দেখ]

23. নিউক্লিওপ্রোটিনের গঠন ও বিপাক সম্বন্ধে যাহা জান লেখ। [Write what you know about the chemistry and metabolism of nucleoprotein.] [উঃ। 16.23 দেখ]

24. লিপিড বিপাকের পরিণতি ও কাজ উল্লেখ কর। [Mention the fate and function of lipid metabolism.] [উঃ। 16.26, 1 দেখ]

25. গ্লিসারল ও ফ্যাটি অ্যাসিডের অপচিতি কিভাবে ঘটে সংক্ষেপে বল। [Briefly state how catabolic activities go on in glycerol and fatty acids.] [উঃ। 16.26, 2(a) ও (b) দেখ]

26. ফ্যাটের জৈব সংশ্লেষ পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [Describe briefly the process of biosynthesis of fat.] [উঃ। 16.27 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

72. মুখগহ্বরের কোন্ কোন্ গ্রন্থি পাচক রস ক্ষরণ করে? সেখানে কোন্ জাতীয় খাদ্যের পরিপাক ঘটে? [Which glands of the mouth secrete digestive juices ? What type of food gets digested there ?] [উঃ। 16.3 অন্তর্গত* foot note দেখ]

28. লালা রসের উপাদানগুলি কি কি? [What are the composition of saliva ?] [উঃ। 16.3 (1) দেখ]

29. শুখনো রুটি অনেকক্ষণ চিবোলে মিষ্টি লাগে কেন? [Why a dry bread taste sweet after a long mastication ?] [উঃ। 16.4 দেখ]

30. টায়ালিন দ্বারা সিদ্ধ ভাতের পাচন প্রক্রিয়া ছকের সাহায্যে দেখাও। [Show the process of digestion of boiled rice by ptyalin with the help of a table.] [উঃ। 16.3 (iii) দেখ]

31. কেজিনোজেন কি? এর কাজ সম্বন্ধে বল। [What is caseinogen ? State its functions.] [উঃ। 16.5 (iii) দেখ]

32. পাকস্থলী রসের উপাদান ও কাজের উল্লেখ কর। [Mention the composition and function of gastric juice.] [উঃ 16.5 (v) ও (vi) দেখ]

33. পেরিসটালসিস কাকে বলে? ছবির মাধ্যমে প্রক্রিয়াটি দেখাও। [What is peristalsis? Show the process with the help of diagrams.] [উঃ। 16·8 দেখ]

34. অরনিথিন চক্র কাকে বলে? ছকের সাহায্যে দেখাও। [What is ornithine cycle? Show it with the help of a sketch.] [উঃ। 16·22, 2 (1)(a) দেখ]

35. বেসাল মেটাবলিক রেট (B.M.R.) কাকে বলে? একটি বালক, যুবক ও বয়স্ক স্ত্রী পুরুষের B.M.R কত? [What is basal metabolic rate? What are the B M.R of a boy, a youth and aged man and women?] [উঃ। 16·29 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে থেকে সঠিক উত্তর নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

(1) রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ স্বাভাবিক থেকে নেমে গেলে সেই অবস্থাকে বলে—
(a) গ্লুকোসুরিয়া, (b) হাইপোগ্লাইসেমিয়া, (c) ডায়াবেটিস ম্যালিটস।

(2) পাকস্থলীতে HCl উৎপাদন করে—
(a) পেপটিক কোষ, (b) মিউকস গ্রীবা কোষ, (c) প্যারাইটাল কোষ।

(3) প্রকৃতি থেকে পাওয়া অ্যামাইনো অ্যাসিডের পরিমাণ
(a) 10, (b) 20, (c) 30, (d) 40.

(4) পিত্তের কাজ হল—
(a) প্রোটিনকে পুরোপুরি পরিপাক করা। (b) ফ্যাটকে পুরোপুরি পরিপাক করা।
(c) কার্বোহাইড্রেটকে পুরোপুরি পরিপাক করা।

(5) রক্তের গ্লুকোজ মাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করে—
(a) যকৃতের গ্লাইকোজেন, (b) পেশীর গ্লাইকোজেন, (c) অস্থির গ্লাইকোজেন।

(6) স্বাভাবিক অবস্থায় মূত্রে—
(a) গ্লুকোজ থাকে, (b) গ্লুকোজ থাকে না, (3) গ্লুকোজ থাকার প্রশ্নই ওঠে না।

(7) গ্লুকোস্ট্যাট হিসাবে কাজ করে
(a) অগ্ন্যাশয়, (b) যকৃৎ, (c) বৃক্ক।

(8) যকৃৎ কোষে সঞ্চিত গ্লাইকোজেন ভেঙ্গে রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বাড়ায়—
(a) ইনসুলিন, (b) গ্লুকাগন, (c) থাইরক্সিন।

(9) রক্তে ও কোষে ল্যাকটিক অ্যাসিড জমতে থাকলে—
(a) জণ্ডিস রোগ হয়, (b) বহুমূত্র রোগ হয়, (c) বেরিবেরি রোগ হয়।

(10) অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার গড়ে তোলে—
(a) অস্থি ও মজ্জা থেকে নির্গত অ্যামাইনো অ্যাসিড, (b) যকৃৎ ও কলাকোষ থেকে নির্গত অ্যামাইনো অ্যাসিড, (c) মেদ ও মূত্র থেকে নির্গত অ্যামাইনো অ্যাসিড।

(11) গ্লাইকোকোলিক ও টরোকোলিক নামে পিত্তঅম্ল দুটিকে তৈরি করে—
(a) যকৃত, (b) অগ্ন্যাশয়, (c) প্লীহা।

(12) অ্যামাইনো অ্যাসিড থেকে অ্যামাইনো মূলক অপসারণ পদ্ধতিকে—
(a) ট্রান্সঅ্যামাইনেশান বলে, (b) ডিঅ্যামাইনেশান বলে, (c) ট্রান্সমিথাইলেশান বলে।

(13) কিটোন বডি তৈরি হয়—
(a) কিটোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিডের কার্বন কঙ্কাল থেকে।
(b) গ্লুকোজেনিক অ্যামাইনো অ্যাসিডের কার্বন কঙ্কাল থেকে।
(c) সাধারণ অ্যামাইনো অ্যাসিডের কার্বন কঙ্কাল থেকে।

(14) DNA-র কাছ থেকে প্রোটিন সংশ্লেষের নির্দেশবাহক নিউক্লিক অ্যাসিডকে—
(a) t–RNA বলে। (b) m–RNA বলে।
(c) বাহকের প্রয়োজন হয় না।

(15) ফ্যাটি অ্যাসিডের বিটা জারণ হয়—
(a) অগ্ন্যাশয় কোষের আইলেটস অব্ ল্যাঙ্গারহান্সে।
(b) যকৃত কোষের মাইটোকনড্রিয়ায়।
(c) পাকস্থলীর মিউকস পর্দায়।

(16) অ্যাসিটাইল কো-এনজাইম সাহায্যে কোলেস্টেরল সংশ্লেষিত হয়—
(a) কেবল যকৃত কলায়।
(b) কেবল গোনাড ও ত্বক কলায়।
(c) যকৃত, গোনাড ও ত্বক কলায়।

37. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) ডায়াবেটিস ম্যালিটস (Diabetes mallitus) ; (b) হাইপারগ্লাইসেমিয়া (Hyperglycemia) ; (c) গ্লুকোস্ট্যাট (Glucostat) ; (d) অরনিথিন চক্র (Ornithine cycle) ; (e) কোরি চক্র (Cori cycle) ; (f) ইনসুলিন (Insulin) ; (g) অ্যামাইনো অ্যাসিড ভাণ্ডার ; (Amino acid pool) ; (h) ডিঅ্যামাইনেশান (Deamination) ; (i) ট্রান্সমিথাইলেশান (Transmethylation) ; (j) লালাগ্রন্থি (Salivary glands) ; (k) পিত্ত (Bile) ; (l) কিটোন বডি (Ketone body) ; (m) অপরিহার্য অ্যামাইনো অ্যাসিড (Essential amino acids) ; (n) সংকেতবাহী RNA (m—RNA) ; (o) স্থানান্তরকারী RNA (t—RNA) ; (P) ট্রাই-গ্লিসারাইড (Triglyceride) ; (q) ফসফোলিপিড (Phospholipid) ; (r) বিটা-জারণ (β-oxidation)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

17 ॥ দেহে পৌষ্টিক পদার্থ ও গ্যাসের পরিবহণ ॥

Syllabus : Transport of nutrients and gases in the body—Composition and function of blood and lymph. Course of circulation of blood through the human heart. Cardiac output. Internal and External respiration. Mechanism of Inspiratory and expiratory movements. Compartments of Lung air. Composition of inspired, expired and alveolar air.

17.1. সূচনা [Introduction]

পূর্ব অধ্যায়ে খাদ্যের পরিপাক, শোষণ ও পরিণতি সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। খাদ্যের পরিপাক ও শোষণের প্রধান উদ্দেশ্য দেহের পুষ্টির, তথা শক্তির রসদ জোগানো। দেহের সামগ্রিক বৃদ্ধির জন্য শোষিত পৌষ্টিক পদার্থ যেমন প্রতিটি জীবন্ত কোষে পৌঁছানো দরকার, তেমনি প্রাণশক্তি সরবরাহ করতে তাদের চাই অক্সিজেন। তাছাড়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অন্যান্য বিপাকজাত বর্জ্যপদার্থ যথাসময়ে দেহমুক্ত করার জন্য সেগুলিকে প্রয়োজনমতো ফুসফুস, বৃক্ক, ত্বক প্রভৃতি অঙ্গ সরিয়ে আনা দরকার। মানবদেহে পৌষ্টিক পদার্থ ও গ্যাসের এই দ্বিমুখী পরিবহণের মাধ্যম হিসাবে কাজ করে রক্ত ও লসিকা।

17.2. রক্ত [Blood]

রক্ত **রক্তরস** বা **প্লাজমা** (Plasma) নামে ফিকে হলুদ বর্ণের ক্ষারধর্মী পদার্থ ও তাতে ভাসমান বিভিন্ন প্রকার রক্তকণিকা দ্বারা গঠিত তরল যোগকলা। হৃৎপিণ্ডের সংকোচন ও প্রসারণজাত চাপে এই বিশেষ জটিল যোগকলা রক্তবাহের মাধ্যমে দেহের একপ্রান্ত থেকে অপর প্রান্ত পর্যন্ত প্রতিনিয়ত চলাচল করে। এইভাবে রক্ত শরীরের প্রতিটি কোষে পৌষ্টিক পদার্থ ও অক্সিজেন বয়ে নিয়ে যায়। আবার এই রক্তই সমস্ত বর্জ্যনীয় পদার্থ দেহের বিভিন্ন অংশ থেকে গ্রহণ ক'রে বিভিন্ন রেচনযন্ত্রে পৌঁছে দেয়।

রক্ত প্রকৃতপক্ষে মানবদেহের জীবন জল—প্রাণস্বরূপ। পৃথিবীর উপর দিয়ে প্রবাহিত অসংখ্য জলধারা যেমন মাটিকে শস্যশ্যামলা করতে সাহায্য করে, তেমনি রক্তরূপ জীবন-জল সিঞ্চনে মানবদেহের অসংখ্য জীবিতকোষ হয়ে থাকে প্রাণচঞ্চল। তাই শরীরে রক্ত না থাকলে প্রকৃতির শত আনুকূল্য থাকলেও কারো পক্ষে বেঁচে থাকা সম্ভব নয়।

রক্তের ভৌত প্রকৃতি (Physical nature of blood) **:**

রক্ত অনচ্ছ (opaque), সান্দ্র (viscous) তরল পদার্থ। ধমনী থেকে সংগৃহীত রক্তের রং উজ্জ্বল লাল (bright red), কিন্তু শিরা রক্তের রং নীলাভ (bluish) বা কালচে লাল (dark red)। লোহিত কণিকাস্থ হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেনের মাত্রার উপর রং-এর এই বৈষম্য নির্ভর করে। হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেন সম্পৃক্ত থাকলে রক্ত হয় উজ্জ্বল লাল। রক্তের **আপেক্ষিক গুরুত্ব** (Specific gravity) 1·050 থেকে 1·060 পর্যন্ত ওঠা-নামা করে।

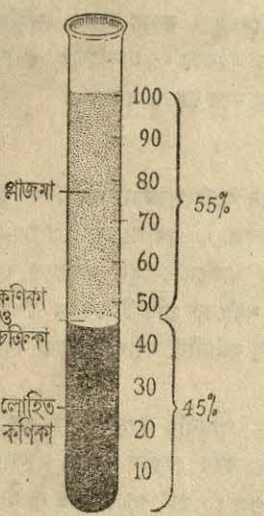
সাধারণত দুপুরে ও খাবার পর রক্তের আপেক্ষিক গুরুত্ব কম থাকে, কিন্তু ব্যায়ামের পর ও রাত্রে আপেক্ষিক গুরুত্ব বেশী হয়। রক্তের গড় pH 7·4 (7·30 – 7·45) এবং সান্দ্রতা জলের চেয়ে 5 – 6 গুণ বেশী। তঞ্চনরোধক* পদার্থ মিশ্রিত রক্তকে নাড়াচাড়া না করে টেস্টটিউবে স্থির থাকতে দিলে রক্তকণিকাগুলি টেস্টটিউবের তলায় থিতিয়ে যায় এবং উপরে রক্তরস পৃথক হয়ে যায়। একে রক্তকণিকার থিতানো** (sedimentation) বলে।

তঞ্চনরোধক পদার্থ মেশানো না হলে কক্ষ উষ্ণতায় মিনিট পাঁচেকের মধ্যেই রক্ত তঞ্চিত হয়। তঞ্চনপিণ্ড (clot) থেকে পরিষ্কার খড় রংএর যে পদার্থটি বেরিয়ে আসে তাকে **সিরম** (Serum) বলে। সিরমের তঞ্চন ক্ষমতা নেই। কারণ এতে রক্তঞ্চনে সাহায্যকারী **ফাইব্রিনোজেন** (fibrinogen) থাকে না। তাই **সিরম হল ফাইব্রিনোজেনবিহীন রক্তরস।**

রক্তের উষ্ণতা সাধারণত 36·9 সেন্টিগ্রেড এবং পরিণত শরীরে এর গড় পরিমাণ দেহের ওজনের $\frac{1}{11}$ অংশ বা 5—6 লিটার।

17.3. রক্তের উপাদান [Composition of blood]

রক্ত একটি অত্যন্ত জটিল তরল যৌগ। তরল অংশ **রক্তরস** বা **প্লাজমা** (Plasma) এবং প্লাজমায় ভাসমান বিভিন্ন ধরনের **কোষ** (cell) নিয়ে রক্ত গঠিত। কোষগুলি **রক্তকণিকা** (blood corpuscles) নামে পরিচিত।



চিত্র : 17.1 কেন্দ্রাতিক যন্ত্রে ঘোড়ানোর পর রক্তের উপাদান-গুলির পৃথকীভবন

টেস্টটিউবে কিছুটা রক্ত নিয়ে তাকে কেন্দ্রাতিক যন্ত্রে (centrifugal machine) মিনিটে 3000 বার করে আধ ঘণ্টা ঘোরালে রক্ত দুটি পৃথক অংশে ভাগ হয়ে যায় (চিত্র : 17·1)। উপরের প্রায় 55% হরিদ্রাভ জলীয় তরল পদার্থটি প্লাজমা এবং নীচে থিতিয়ে যাওয়া অপেক্ষাকৃত ভারী বাকি 45% হল **রক্তকণিকা**। এ থেকেই বোঝা যায় যে, মানুষের দেহে সমগ্র রক্তের অনুপাত হল 55% প্লাজমা ও 45% রক্তকণিকা। নীচের ঘন স্তরটি লোহিত কণিকার এবং লোহিত কণিকার উপরে পাতলা প্রলেপটি শ্বেতরক্তকণিকা ও অণুচক্রিকার।

A. **প্লাজমা :** রক্তের হরিদ্রাভ তরল অংশটি প্লাজমা। এতে **জলের** পরিমাণ 91—92% এবং **কঠিন পদার্থের** পরিমাণ 8—9%। কঠিন অংশে **জৈব** (7·1 – 8·1%) ও **অজৈব** (0·9%) উভয় পদার্থই বর্তমান।

---

* হেপারিন (Heparin), অক্সালেট (Oxalate), সাইট্রেট (Citrate) প্রভৃতি।

** লোহিত কণিকায় থিতানো হার (Erythrocyte Sedimentation Rate of ESR) বয়স্ক পুরুষের ক্ষেত্রে গড়ে ঘণ্টায় 3·7 মিলিমিটার, স্ত্রীলোকের ক্ষেত্রে গড়ে ঘণ্টায় 9·6 মিলিমিটার এবং নবজাতকের ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন—গড়ে ঘণ্টায় 2·0। রোগ নিরাময়ের দ্রুততা নির্ণয়ে E S R মাপকাঠির কাজ করে।

1. **জৈব পদার্থ** (Organic matters) :

(i) **প্রোটিন** : জৈব পদার্থের মধ্যে প্রোটিনের পরিমাণ প্রায় 7·5%। প্লাজমা প্রোটিনের মধ্যে সিরম অ্যালবুমিন (Serum albumin), সিরম গ্লোবিউলিন (Serum globulin), ফাইব্রিনোজেন (fibrinogen), প্রোথ্রম্বিন (Prothrombin) প্রভৃতি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(ii) **অপ্রোটিন নাইট্রোজেনঘটিত পদার্থ** (Non-protein nitrogenous substances বা NPN) : এগুলির মধ্যে ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড, জ্যানথিন (xanthine), হাইপোজ্যানথিন, ক্রিয়েটিনিন (creatinine), ক্রিয়েটিন (creatine), অ্যামোনিয়া, অ্যামাইনো অ্যাসিড প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

(iii) **কার্বোহাইড্রেট** : গ্লুকোজ।

(iv) **ফ্যাট** : প্রশমিত ফ্যাট (neutral fat), ফসফোলিপিড (phospholipid), কোলেস্টেরল (cholesterol) ইত্যাদি।

(v) **রঞ্জক পদার্থ** : অল্প পরিমাণে বিলিরুবিন (bilirubin), ক্যারোটিন (carotene) ও জ্যান্থোফাইলিন (xanthophyllin) থাকার জন্য প্লাজমার রং হয় হরিদ্রাভ।

(vi) **অন্যান্য পদার্থ** : অন্তঃক্ষরণজাত পদার্থ (internal secretion), বিভিন্ন প্রকার এনজাইম (প্রোটিএজ, লাইপেজ, অ্যামাইলেজ, ফসফাটেজ ইত্যাদি), অ্যান্টিবডি প্রভৃতি।

2. **অজৈব পদার্থ** (Inorganic matters) :

প্লাজমার অজৈব পদার্থের পরিমাণ প্রায় 0·9%। এদের মধ্যে সোডিয়ম ক্লোরাইড, ক্যালসিয়ম, পটাশিয়ম, ম্যাগনেসিয়ম, ফসফরস, লোহা, তামা প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

B. **রক্তকণিকা** : মানুষের রক্তে তিনপ্রকার রক্তকণিকা বর্তমান—(1) লোহিত রক্তকণিকা, (2) শ্বেত রক্তকণিকা (নিউট্রোফিল, ইওসিনোফিল, বেসোফিল, লিম্ফোসাইট, মনোসাইট) ও (3) অণুচক্রিকা।

নীচে রক্তের উপাদানের ছক দেওয়া হ'ল :—

- রক্ত
  - রক্তরস বা প্লাজমা (55%)
    - জল (91—92%)
    - কঠিন পদার্থ (8—9%)
      - জৈব পদার্থ(7·1—8·1%)
        - —প্রোটিন
        - —অপ্রোটিন নাইট্রোজেনঘটিত পদার্থ
        - —কার্বোহাইড্রেট
        - —ফ্যাট
        - রঞ্জক পদার্থ
        - —অন্যান্য পদার্থ
      - অজৈব পদার্থ (0·9%)
        - —সোডিয়ম
        - —ক্যালসিয়ম
        - —পটাশিয়ম
        - —ম্যাগনেসিয়ম
        - —ফসফরস
        - —লোহা
        - —তামা
  - রক্তকণিকা (45%)
    - লোহিত কণিকা
    - শ্বেত কণিকা
      - —নিউট্রোফিল
      - —ইওসিনোফিল
      - —বেসোফিল
      - —লিম্ফোসাইট
      - —মোনোসাইট
    - অণুচক্রিকা

17.4. (A) লোহিত রক্তকণিকা বা এরিথ্রোসাইট [Red blood corpuscles or R. B.C or Erythrocytes] (চিত্র : 17.2)

(i) **আকার ও আয়তন** (Shape and size) : মানুষের পরিণত লোহিত কণিকা গোলাকার, উভাবতল (biconcave), নিউক্লিয়সবিহীন চাকতি বিশেষ*। এর কিনারা মসৃণ গোল এবং কেন্দ্র থেকে কিছুটা পুরু। এই কারণেই কেন্দ্রাংশ ফিকে বলে মনে হয়। পাশ থেকে দেখলে লোহিত কণিকাকে ডম্বরুর (dumb bell) মতো দেখায়। পরিণত লোহিত কণিকা এত নমনীয় ও স্থিতিস্থাপক যে অতি সূক্ষ্ম জালকের মধ্যে দিয়েও এটি বেরিয়ে যেতে পারে। প্রতিটি লোহিত কণিকার গড় ব্যাস $7{\cdot}2\mu$ ($5{\cdot}5-8{\cdot}8\mu$), গড় স্থূলতা $2{\cdot}2\mu$, গড় আয়তন $87\mu^3$ এবং গড় ক্ষেত্রফল $120\mu^2$।

(ii) **সংখ্যা** (Number) : স্ত্রী ও পুরুষের রক্তে লোহিত রক্ত কণিকার সংখ্যা সমান নয়। একজন পূর্ণ বয়স্ক পুরুষের রক্তে প্রতি ঘন মিলিমিটারে 50 লক্ষ এবং পূর্ণ বয়স্ক স্ত্রীর রক্তে 45 লক্ষ লোহিত কণিকা থাকে। শিশুর ক্ষেত্রে এই সংখ্যা অনেক বেশী, প্রায় 60-70 লক্ষ এবং ভ্রূণরক্তে এর সংখ্যা সর্বোচ্চ, অর্থাৎ প্রায় 78 লক্ষ**। স্বাভাবিক চেয়ে এই সংখ্যা কমে গেলে সেই অবস্থাকে **রক্তাল্পতা** (Anaemia) এবং স্বাভাবিক অপেক্ষা সংখ্যা বেশী হলে সেই অবস্থাকে **পলিসাইথিমিয়া** (Polycythaemia) বলে।

(iii) **আয়ু** (Life-span) : লোহিত কণিকার গড় **আয়ু 120 দিন**। বৃদ্ধ ও অস্বাভাবিক লোহিত কণিকাকে প্লীহার বিশেষ কোষ দ্বারা ফ্যাগোসাইটোসিস পদ্ধতিতে অপসারণ করা হয়।

(iv) **উপাদান** (Composition) : লোহিত কণিকার 65% জল ও 35% কঠিন পদার্থ। কঠিন পদার্থের মধ্যে প্রায় 33% দখল করে থাকে **হিমোগ্লোবিন***** (Haemoglobin) নামে রঙ্গক পদার্থ যার জন্য রক্তের রং হয় লাল। পুরুষের প্রতি 100 মিলিমিটার রক্তে 16 গ্রাম ও স্ত্রীর সমপরিমাণ রক্তে 14 গ্রাম হিমোগ্লোবিন থাকে। সদ্যজাত শিশুর রক্তে এর পরিমাণ অনেক বেশী। লোহিত কণিকায় হিমোগ্লোবিন থাকার উদ্দেশ্য হল, এটি শ্বসনের সময় অক্সিজেনকে বয়ে নিয়ে কোষে কোষে পৌঁছে দেয়। হিমোগ্লোবিন ছাড়া লোহিত কণিকায় থাকে **প্রোটিওলিপিড, ইউরিয়া, অ্যামাইনো অ্যাসিড, ক্রিয়েটিন** প্রভৃতি জৈব পদার্থ এবং বিশেষভাবে পটাশিয়ম ফসফেট নামে অজৈব পদার্থ।

(v) **উৎপত্তিস্থল** (Site of origin) : জন্মের একমাস পূর্ব পর্যন্ত লোহিত রক্ত কণিকার একমাত্র উৎপত্তিস্থল **যকৃৎ ও প্লীহা**। কিন্তু জন্মের পর **অস্থি-মজ্জাই** লোহিত রক্ত কণিকার প্রধান উৎপত্তিস্থল। লোহিত অস্থিমজ্জার **হিমোসাইটোব্লাস্ট** (Haemocytoblast) কোষ থেকে 9 দিনে লোহিত রক্তকণিকার জন্ম হয়। ক্রমিক দশাগুলি হল : **হিমোসাইটোব্লাস্ট**→এরিথ্রোব্লাস্ট→নরমোব্লাস্ট→রেটিকুলোসাইট→**এরিথ্রোসাইট**।

* উট ছাড়া সমস্ত স্তন্যপায়ীর লোহিত রক্তকণিকা এই ধরনের। উটের লোহিত কণিকা ডিম্বাকার।

** যে যন্ত্রের সাহায্যে রক্তের সংখ্যা নির্ণয় করা হয় তাকে **হিমোসাইটোমিটার** (Haemocytometer) বলে। আর যে যন্ত্রের সাহায্যে রক্তচাপ মাপা হয় তাকে **স্ফিগমোম্যানোমিটার** (Sphigmomanometer) বলে।

*** এটি লৌহ ও প্রোটিনঘটিত শ্বাসরঙ্গক (respiratory pigment)। লৌহযুক্ত '*heme*' ও বর্ণহীন '*globin*' মিলে তৈরী হয়েছে হিমোগ্লোবিন শব্দটি।

(vi) **পরিণতি** (Fate) : আয়ুষ্কাল ফুরিয়ে এলে লোহিত রক্তকণিকার আকৃতি ও প্রকৃতিতে যথেষ্ট পরিবর্তন আসে এবং সেগুলি ক্ষণপদের মতো উদ্গত অংশের সৃষ্টি ক'রে বোতলাকৃতি হয়। এই দশার নাম **পইকিলোসাইট** (Poikilocyte)। এদের দেহ থেকে ঐ উদ্গত অংশগুলি ভেঙ্গে যেতে থাকলে লোহিত কণিকা ক্রমশঃ ছিন্নবিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। প্রধানতঃ যকৃৎ ও প্লীহার **ম্যাক্রোফাজ** বা R. E. কোষ এইসব খণ্ডকে গ্রাস করে। এইভাবে ম্যাক্রোফাজ লোহিত অক্ষম রক্ত কণিকাকে গ্রাস করলেও তার হিমোগ্লোবিন অংশ মুক্ত হয়। হিমোগ্লোবিন পরে 'হিম' ও 'গ্লোবিন' অংশে ভেঙ্গে যায়। 'গ্লোবিন' প্রোটিনরূপে দেহে সঞ্চিত হয় কিন্তু 'হিম' পুনরায় ভেঙ্গে লোহ ও হরিদ্রাভ রঙ্গক, **বিলিরুবিন** (bilirubin) মুক্ত করে। লৌহ নতুন লোহিত রক্তকণিকা উৎপাদনে ব্যবহৃত হলেও বিলিরুবিন রক্তস্রোতের মাধ্যমে যকৃতে এসে পিত্তের সঙ্গে পিত্তথলিতে সঞ্চিত হয়। এইভাবে বিলিরুবিন পিত্তের সঙ্গে পিত্তবাহী নালীপথে অন্ত্রে মেশে এবং বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থে পরিবর্তিত হয়ে মূত্র ও মলের সঙ্গে বেরিয়ে যায়। পরিবর্তিত বিলিরুবিন থাকে বলে মল ও মূত্রের রং হয় হলদেটে।

(vii) **কাজ** (Function) :

(1) লোহিত রক্ত কণিকা প্রধানত শ্বাসরঙ্গক (Respiratory pigment) অর্থাৎ হিমোগ্লোবিনের সাহায্যে অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ করে।

(2) হিমোগ্লোবিনের গ্যাসীয় পদার্থ বহনের প্রবণতাকে কাজে লাগায় এবং রক্তের অম্ল—ক্ষারত্বের (acid-base) সাম্যাবস্থা বজায় রাখে।

(3) রক্তের সান্দ্রতা (viscocity) বজায় রাখে।

(4) বিনষ্ট লোহিত রক্ত কণিকার হিমোগ্লোবিন থেকে বিলিরুবিন জাতীয় নানাপ্রকার পদার্থ উৎপাদন করে।

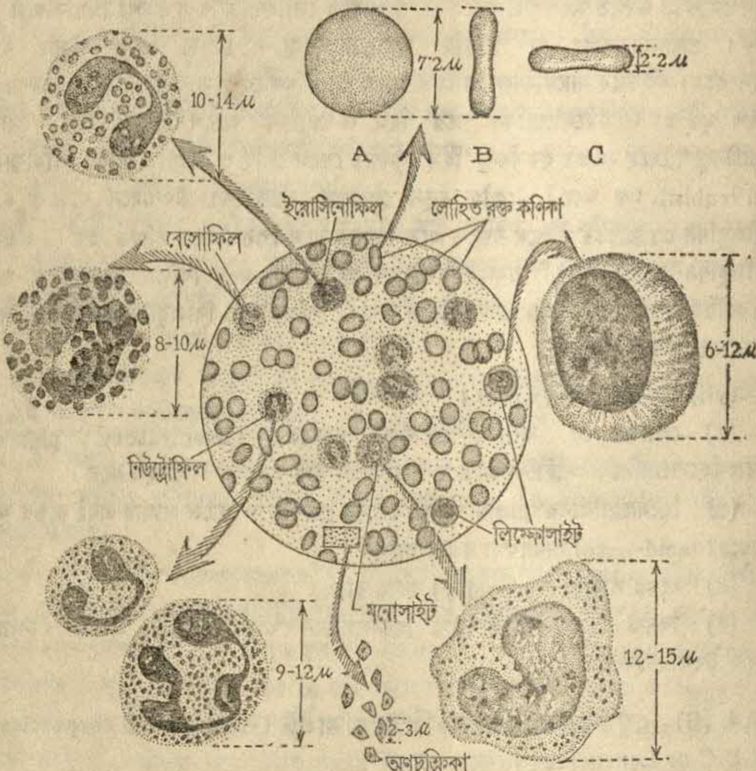
17.4. (B) শ্বেতরক্তকণিকা বা লিউকোসাইট [White blood corpuscles or W.B.C or Leucocytes] (চিত্র : 17.2)

(i) **আকার ও আয়তন** (Shape and size) : মানুষের শ্বেত রক্ত কণিকার নির্দিষ্ট কোন আকার নেই—প্রয়োজনবোধে যে কোন সময় আকারের পরিবর্তন ঘটে। এদের প্রত্যেকেরই নিউক্লিয়স থাকে, কিন্তু হিমোগ্লোবিন থাকে না। অধিকাংশ শ্বেত রক্ত কণিকাই **ফ্যাগোসাইট** (Phagocyte) প্রকৃতির। সাইটোপ্লাজম প্রবাহ দ্বারা এদের চলন ঘটে। জালকপ্রাকারের সন্নিহিত দুই কোষের মধ্য দিয়ে সঙ্কুচিত অবস্থায় এরা রক্ত জালকের বাইরে চলে যেতে পারে। আকৃতির বিভিন্নতা অনুসারে এদের গড় ব্যাস $7{\cdot}5\mu$ থেকে 18μ। লোহিত রক্ত কণিকা অপেক্ষা এরা সর্বদা বৃহদায়তন।

(ii) **সংখ্যা** (Number) : রক্তে শ্বেত রক্তকণিকার সংখ্যা লোহিত রক্ত কণিকার চেয়ে উল্লেখযোগ্যভাবে কম। প্রতি 700 লোহিত রক্ত কণিকায় মাত্র 1টি শ্বেত রক্তকণিকা থাকে। প্রতি ঘন মিলিমিটার রক্তে শ্বেত রক্ত কণিকার গড় সংখ্যা 6,000 থেকে 8,000, তবে সাধারণত 4,000 থেকে 11,000 এর মধ্যে ওঠা-নামা করে। শিশু ও অসুস্থ মানুষের রক্তে এই সংখ্যার ঊর্ধ্বগতি লক্ষ্য করা যায়।

(iii) **আয়ু** (Life) : শ্বেত রক্ত কণিকা **স্বল্পায়ু**। কোন কোন শ্বেত রক্তকণিকা মাত্র 1 থেকে 2 দিন বাঁচে। আবার কোন কোনটি বাঁচে 12—15 দিন।

(iv) **উপাদান** (Composition) : শ্বেত রক্ত কণিকায় নিউক্লিওপ্রোটিনের প্রাচুর্য



চিত্র : 17.2 বিভিন্ন প্রকার রক্তকণিকার গঠন ও আয়তন

উল্লেখযোগ্য। এতে গ্লাইকোজেন, লিপিড, কোলেস্টেরল, অ্যাসকরবিক অ্যাসিড ও নানারকমের (প্রধানত প্রোটিওলাইটিক) এনজাইম থাকে।

(v) **শ্রেণীবিভাগ** (Classification) : শ্বেতরক্তকণিকা প্রধানত দু'প্রকার।

A. **গ্র্যানুলার লিউকোসাইট** বা **গ্র্যানুলোসাইট** (Granular leucocyte or Granulocyte) অর্থাৎ যাদের সাইটোপ্লাজম দানাময়।

এবং B. **ননগ্র্যানুলার লিউকোসাইট** বা **আগ্র্যানুলোসাইট** (Non-granular leucocyte or Agranulocyte) অর্থাৎ যাদের সাইটোপ্লাজম দানাময় নয়।

A. **গ্র্যানুলোসাইট*** : ভূমিষ্ঠ হবার পর থেকেই এই জাতীয় শ্বেতরক্ত কণিকা অস্থি-

* জালক-প্রাকার অত্যন্ত সূক্ষ্ম বলে এর ক্ষয়ক্ষতির প্রবণতা অত্যন্ত বেশী। সময় মতো এইভাবে ক্ষত স্থান মেরামত না হলে জালক থেকে রক্তপাত শুরু হয়। প্রতি ঘন মিলিমিটার রক্ত অণুচক্রিকার সংখ্যা 50,000 এর কম হলে এই ধরনের রক্তপাত শুরু হয়।

মজ্জা থেকে উৎপন্ন হয়। সাইটোপ্লাজমের রং ধারণ ক্ষমতা ও নিউক্লিয়সের খণ্ড-সংখ্যা অনুসারে এদের তিনভাগে ভাগ করা হয়। যেমন—

1. **নিউট্রোফিল** (Neutrophil) : নিউট্রোফিলের সাইটোপ্লাজম কোন রং নেয় না, এরা রং-নিরপেক্ষ এবং নিউক্লিয়স 2-7 খণ্ডে বিভক্ত। রক্তে এদের সংখ্যাই সর্বাধিক 60—70% (3,000—6,000 প্রতিঘন মিলিমিটারে)। এদের ফ্যাগোসাইটোসিস (phagocytosis) মনোভাব দেখা যায়। নিউট্রোফিলের গড় ব্যাস 10-12μ।

2. **ইয়োসিনোফিল** (Eosinophil) : যে সব শ্বেতরক্তকণিকার সাইটোপ্লাজম ইয়োসিন (eosin) নামে অম্লধর্মী রঞ্জকে লাল রং ধারণ করে তাদের ইয়োসিনোফিল বলে। এক্ষেত্রে সাইটোপ্লাজমের দানাগুলি অপেক্ষাকৃত বড় এবং নিউক্লিয়স 2-3 খণ্ডে বিভক্ত। সংখ্যায় এরা 1—4% (150—400 প্রতিঘন মিলিমিটারে)। এদের ফ্যাগোসাইটোসিস মনোভাব দেখা যায় না। ইয়োসিনোফিলের গড় ব্যাস 10-12μ।

3. **বেসোফিল** (Basophil) : যে সব শ্বেতরক্তকণিকায় সাইটোপ্লাজম ক্ষারধর্মী রঞ্জকে (basic stain) রঙ্গীন হয় তাদের বেসোফিল বলা হয়। বেসোফিলের সাইটোপ্লাজমে অসংখ্য বড় বড় গোলাকার দানা দেখা যায়। এদের নিউক্লিয়স সাধারণত বৃক্কাকার (kidney-shaped) অথবা সামান্য খণ্ডিত। সংখ্যায় এরা 0—1%। (0—100 প্রতিঘন মিলিমিটারে) বেসোফিলের গড় ব্যাস 3—10μ।

B. **আগ্র্যানুলোসাইট** : এটি প্রধানত দু'প্রকার—

1. **লিম্ফোসাইট** (Lymphocyte) : বড় (গড় ব্যাস 12μ) ও ছোট (গড় ব্যাস 7—5μ) দু'ধরনের লিম্ফোসাইট আছে। এদের নিউক্লিয়স গোলাকার বা বৃক্কাকার এবং সংখ্যা 25—30% (1,500—2,700 প্রতিঘন মিলিমিটার)।

2. **মোনোসাইট** (Monocyte) : প্রথমাবস্থায় এদের নিউক্লিয়স গোলাকার থাকে ; পরে তা বৃক্কাকার বা অশ্বক্ষুরাকৃতি হয়ে যায়। নিউক্লিয়স গোলাকার বলে বড় লিম্ফোসাইট থেকে এদের পৃথক করা কষ্টকর। তবে সাইটোপ্লাজমের প্রকৃতি দেখে এদের পৃথক করা সহজ। কারণ মোনোসাইটের সাইটোপ্লাজম বুদবুদযুক্ত (frosted), কিন্তু লিম্ফোসাইটের সাইটোপ্লাজম কাচের মতো স্বচ্ছ। মোনোসাইটের গড় ব্যাস 16—18μ। এদের সংখ্যা 5—10% (350-800 প্রতিঘন মিলিমিটারে)।

(vi) **সংখ্যা** (Number) : সুস্থ স্বাভাবিক মানুষের শ্বেতরক্তকণিকার নিউট্রোফিল 60—70%, ইয়োসিনোফিল 1—4%, বেসোফিল 0—1%, লিম্ফোসাইট 25-30% এবং মোনোসাইট 5-10%।

(vii) **উৎপত্তিস্থল** (Site of origin) : গ্র্যানুলোসাইটগুলি লাল অস্থিমজ্জা থেকে এবং আগ্র্যানুলোসাইটগুলি প্লীহা (Spleen), লিম্ফগ্রন্থি (lymph node) ও আংশিকভাবে অস্থিমজ্জা থেকে উৎপন্ন হয়।

(viii) **পরিণতি** (Fate) : প্রতিটি শ্বেতরক্তকণিকাই নিয়ম মাফিক বিশ্লিষ্ট হয় এবং মরে যায়। নিউট্রোফিল, ইয়োসিনোফিল ও বেসোফিল অর্থাৎ গ্র্যানুলোসাইটগুলি রক্তসংবহন-তন্ত্রের মধ্যে এবং অধিকাংশ লিম্ফোসাইট প্রধানত অন্ত্র ও মিউকসপর্দা মাধ্যমে নির্গত ও বিনষ্ট হয়।

(ix) **কাজ** (Function) :

(1) **ফ্যাগোসাইটোসিস** : নিউট্রোফিল, মোনোসাইট প্রভৃতি আগ্রাসন অর্থাৎ ফ্যাগো-সাইটোসিস পদ্ধতিতে বিজাতীয় পদার্থ ও ব্যাকটিরিয়াকে আত্মসাৎ করে এবং সাধারণত তাদের হজম করে ফেলে।

(2) **অ্যান্টিবডি উৎপাদন** : লিম্ফোসাইট অ্যান্টিবডি নামে একপ্রকার প্রোটিন উৎপাদন দ্বারা দেহের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

(3) **ফাইব্রোব্লাস্ট উৎপাদন** : দেহের প্রদাহ অঞ্চলে (area of inflamation) ফাইব্রোব্লাস্টে রূপান্তরিত হয়ে লিম্ফোসাইট দেহের মেরামতির কাজ করে।

(4) **হেপারিন ক্ষরণ** : হেপারিন ক্ষরণ ক'রে বেসোফিল রক্তনালীর ভিতরে রক্তকে জমাট বাঁধতে দেয় না।

(5) **অ্যালার্জিবিরোধী কাজ** : ইয়োসিনোফিলমধ্যস্থ হিস্টামিন দেহকে অ্যালার্জির হাত থেকে রক্ষা করে।

17.5. লোহিত রক্তকণিকা ও শ্বেত রক্তকণিকার মধ্যে পার্থক্য [Differences between R. B. C. and W. B. C.]

লোহিত রক্তকণিকা	শ্বেত রক্তকণিকা
1. একধরনের কোষ।	1. বিভিন্ন ধরনের (আকৃতির) কোষ।
2. নির্দিষ্ট আকারের এবং তুলনামূলক ভাবে ছোট কোষ।	2. নির্দিষ্ট আকার নেই এবং তুলনামূলকভাবে বড় কোষ।
3. নিউক্লিয়স থাকে না।	3. নিউক্লিয়স থাকে।
4. অ্যামিবার মতো ক্ষণপদ সৃষ্টি করে না।	4. অ্যামিবার মতো ক্ষণপদ সৃষ্টি করে।
5. হিমোগ্লোবিন থাকে।	5. হিমোগ্লোবিন থাকে না।
6. সংখ্যায় অনেক বেশী।	6. সংখ্যায় অনেক কম।
7. আয়ু বেশী।	7. আয়ু কম।

17.6. অণুচক্রিকা বা থ্রম্বোসাইট [Platelets or Thrombocytes] (চিত্র : 17.3)

(i) **আকার ও আয়তন** (Shape and size) : স্তন্যপায়ীর রক্তেই কেবল অণুচক্রিকা বর্তমান। অণুচক্রিকা নিউক্লিয়সবিহীন, গোলাকার বা ডিম্বাকার, উভোত্তল (biconvex) চাকতিবিশেষ। এদের গড় ব্যাস $2 \cdot 5\mu (4-5\mu)$।

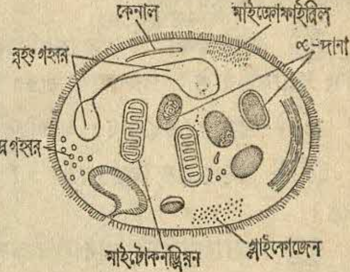
(ii) **সংখ্যা** (Number) : পরিণত দেহে প্রতি ঘন মিলিমিটার রক্তে অণুচক্রিকার সংখ্যা 250,000—450,000। যে সব শারীরবৃত্তীয় কারণে শ্বেতরক্তকণিকার সংখ্যার তারতম্য ঘটে, ঠিক সেই সেই কারণেই অণুচক্রিকার সংখ্যার তারতম্য ঘটে। সত্যি কথা বলতে কি, বিভিন্ন দিনে বা একই দিনের বিভিন্ন সময়ে অণুচক্রিকার সংখ্যার তারতম্য ঘটে।

(iii) **আয়ু** (Life) : অণুচক্রিকার গড় আয়ু 5—9 দিন।

(iv) **উপাদান** (Composition) : সঠিকভাবে জানা না গেলেও অণুচক্রিকায় **প্রোটিন** ও উল্লেখযোগ্য পরিমাণে **সিফালিন** (cephalin) নামে ফসফোলিপিড বর্তমান।

(v) **উৎপত্তি স্থল** (Site of origin) : লাল **অস্থিমজ্জার** দৈত্যাকার মেগাকেরিওসাইট (giant megakaryocyte) ছিন্ন ভিন্ন হয়ে অণুচক্রিকার উৎপত্তি হয়।

(vi) **পরিণতি** (Fate) : আয়ু ফুরোলে প্লীহা বা রেটিকিউলো-এণ্ডোথেলিয়াল সিস্টেমের অন্য কোন অংশে অণুচক্রিকার মৃত্যু ঘটে।



চিত্র : 17.3 অণুচক্রিকার অভ্যন্তরীণ গঠন (ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে যেমন দেখায়)

(vii) **কাজ** (Function) :

(1) **রক্ততঞ্চনের সূত্রপাত করে** : রক্তপাত ঘটলে অণুচক্রিকা ভেঙ্গে গিয়ে থ্রম্বোপ্লাসটিন নির্গত করে, যার ফলে তঞ্চনের সূত্রপাত হয়।

(2) **মেরামতি** : সংবহনকালে অণুচক্রিকা রক্তজালকের ক্ষতিগ্রস্থ এণ্ডোথেলিয়মের গায়ে আটকে গিয়ে ক্ষতস্থান দ্রুত মেরামত করে।

(3) **সংকোচন ধর্মী পদার্থ নিষ্কাশন** : অণুচক্রিকা ভেঙ্গে হিস্টামাইন ও হাইড্রক্সি-ট্রিপটামাইন নির্গত ক'রে রক্তবাহের সংকোচন ঘটায়। ফলে অণুচক্রিকা রক্তপাত বন্ধ করতে সহায়তা করে।

17.7. রক্তের কাজ [Functions of blood]

(1) **অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ** : লোহিত রক্তকণিকা ও রক্তরসের সাহায্যে শ্বাসঅঙ্গসমূহ ও কলাকোষের মধ্যে যথাক্রমে অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের আদান-প্রদানে সাহায্য করে।

(2) **পুষ্টিরস পরিবহণ** : অন্ত্র থেকে শোষিত খাদ্যরস, জল প্রভৃতি দেহের বিভিন্ন অংশে পরিবহণ করে।

(3) **হরমোন, ভাইটামিন প্রভৃতি পরিবহণ** : হরমোন, ভাইটামিন ও অন্যান্য রাসায়নিক পদার্থ দেহের সর্বত্র পরিবহণ দ্বারা বিপাক ক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করে।

(4) **সঞ্চয় অঙ্গ থেকে খাদ্য পরিবহণ** : প্রয়োজনবোধে সঞ্চয় অঙ্গ থেকে খাদ্য বিভিন্ন অঙ্গপ্রত্যঙ্গে পরিবেশন করে।

(5) **বর্জ্যপদার্থ বহিষ্করণ** : কোষের বিপাকজাত বর্জ্যপদার্থকে দেহমুক্ত করার জন্য বৃক্ক, ফুসফুস প্রভৃতি রেচন অঙ্গে প্রেরণ করে।

(6) **জলসাম্য নিয়ন্ত্রণ** : কলারস (tissue fluid) ও রক্তরসের (plasma) মধ্যে তরল পদার্থের পারস্পরিক বিনিময় দ্বারা জলসাম্য বজায় রাখে।

⑦ **অম্লত্ব ও ক্ষারত্বের মধ্যে সাম্যাবস্থা নিয়ন্ত্রণ :** দেহকলার অম্লত্ব ও ক্ষারত্বের সমতা রক্ষা ক'রে স্বাভাবিক pH মান 7·4 বজায় রাখে।

⑧ **উষ্ণতা নিয়ন্ত্রণ :** কলাকোষে উৎপন্ন তাপ দেহের সর্বত্র ছড়িয়ে দিয়ে দৈহিক উষ্ণতা নিয়ন্ত্রণ করে।

⑨ **প্রতিরক্ষা :** শ্বেত রক্তকণিকা দেহে অনুপ্রবিষ্ট ক্ষতিকর জীবাণুকে ধ্বংস করে এবং **অ্যানটিবডি** উৎপাদন দ্বারা রক্তের বিষক্রিয়া নষ্ট করে।

⑩ **রক্তপাত রোধ :** অণুচক্রিকার সাহায্যে দ্রুত রক্ততঞ্চন ঘটিয়ে রক্তপাত বন্ধ করে।

⑪ **রক্তপ্রেষ নিয়ন্ত্রণ :** পরিমাণ ও সান্দ্রতার তারতম্য ঘটিয়ে রক্তচাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

⑫ **অ্যালার্জিবিরোধী ক্রিয়া :** ইয়োসিনোফিল অ্যালার্জিরোধক হিসাবে কাজ করে।

⑬ **ট্রিফোন উৎপাদন :** টিসু কালচারের সময় ট্রিফোন নামে একপ্রকার পদার্থ উৎপন্ন ক'রে শ্বেতরক্তকণিকা কলাকোষকে পুষ্টি যোগায়।

⑭ **প্রোটিন সঞ্চয় :** প্লাজমা-প্রোটিন যথাসম্ভব প্রোটিন সঞ্চয় করে রাখে যাতে উপোসের সময় বা খাদ্যে প্রোটিন ঘাটতি হলে কলাকোষ প্রোটিনের সরবরাহ পেতে পারে।

17.8. লসিকা [Lymph]

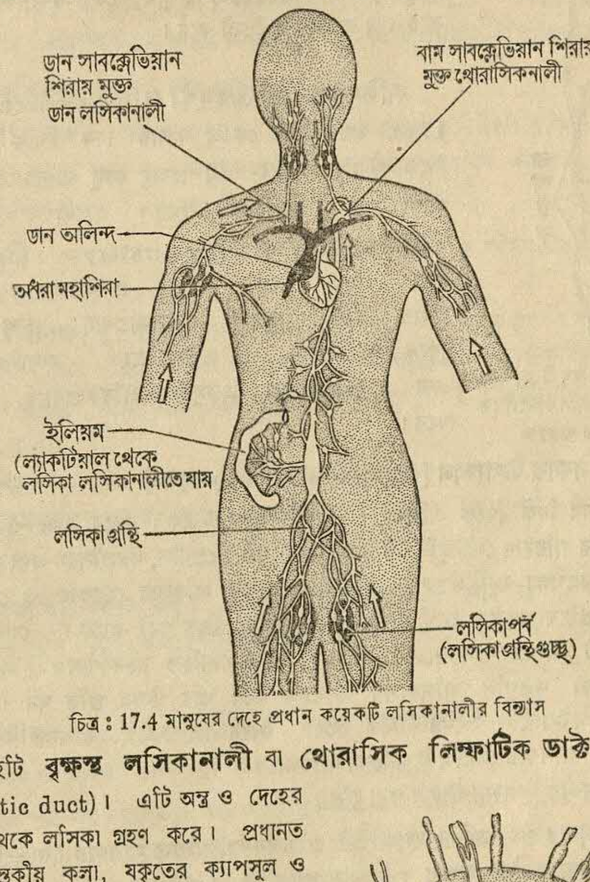
দেহের প্রতিটি কলাকোষ কলারসে* (Tissue fluid) ডুবে থাকে। **লসিকা প্রকৃতপক্ষে একপ্রকার পরিবর্তিত কলারস**। প্রধানত স্বচ্ছ ও ক্ষারীয় প্রকৃতির হরিদ্রাভ এই পদার্থটি লসিকাতন্ত্রের (Lymphatic system) মাধ্যমে প্রবাহিত হয়। কলাস্থানে বিস্তৃত অসংখ্য বদ্ধ **লসিকা জালক** (Lymph capillaries) দিয়ে লসিকাতন্ত্রের সূত্রপাত। রক্তজালকের সঙ্গে লসিকাজালকের সম্পর্ক নিবিড়। রক্তজালকের ধমনী অংশে রক্ত থেকে কলাস্থানে (tissue space) অল্প প্রোটিন সমৃদ্ধ রস ক্রমাগত পরিস্রুত হতে থাকে। একই স্থানের রক্ত জালকের শিরা অংশে কলাস্থান থেকে রক্তে হালকা লবণাক্ত রস প্রবেশ করতে থাকে। রক্তজালক অপেক্ষা লসিকাজালক অধিকতর ভেদ্য বা প্রবেশ্য। প্রোটিন বা কেলাস পদার্থের প্রবেশে তারা খুবই কম বাধার সৃষ্টি করে। বস্তুত লসিকাজালক এমন এক বিশেষ ধরনের নালিকা যার সাহায্যে প্রোটিন রক্তবাহে প্রত্যাবর্তন করে। এছাড়া লসিকাজালক কলাস্থান থেকে কোলয়েড বা অন্যান্য পদার্থ শোষণ করে। পাতলাপ্রাকার বিশিষ্ট লসিকাজালক পরস্পর সংযুক্ত হয়ে গঠন করে বৃহদাকার **লসিকাবাহ** (Lymphatics)।

বৃহদাকার লসিকাবাহগুলি মিলিত হয়ে যে দুটি প্রধান লসিকাবাহ গঠন করে (চিত্র : 17.4) তারা দক্ষিণ অলিন্দমুখী স্থূল শিরায় যুক্ত হয়। কম স্থূল লসিকাবাহটি **ডান লসিকানালী**

---

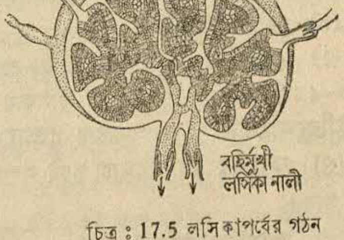
* ব্যাপন ও পরিস্রাবণ (filtration) পদ্ধতিতে প্লাসমা বা রক্তরস থেকে কলারস সৃষ্টি হয়। কলারস অন্তঃকোষীয় স্থান (Intercellular space) দখল করে থাকে এবং রক্তজালক, কলাকোষ ও লসিকার মধ্যে পৌষ্টিক পদার্থ, বিপাকজাত ও গ্যাসীয় পদার্থ পরিবহণে যোগাযোগ রক্ষা করে।

বা **দক্ষিণ লিম্ফাটিক ডাক্ট** (Right lymphatic duct)। অধিকতর স্থূল প্রধান



চিত্র : 17.4 মানুষের দেহে প্রধান কয়েকটি লসিকানালীর বিন্যাস

লসিকাবাহটি **বৃক্ষস্থ লসিকানালী** বা **থোরাসিক লিম্ফাটিক ডাক্ট** (Thoracic lymphatic duct)। এটি অন্ত্র ও দেহের নিম্নাংশ থেকে লসিকা গ্রহণ করে। প্রধানত ত্বক, অধস্ত্বকীয় কলা, যকৃতের ক্যাপসুল ও সেপটম (septum) এবং শ্বাসনালী, পাকস্থলী, অন্ত্র, জনন-মূত্রনালীর আস্তরণে (lining) লসিকাবাহ অবস্থিত।* অন্ত্রের ভিলসে বিস্তৃত লসিকাবাহকে **দুগ্ধবাহ** বা **ল্যাকটিয়াল** (lacteal) বলে। ক্ষুদ্রান্ত্র থেকে ল্যাকটিয়ালগুলি লসিকাতন্ত্রে মুক্ত হয়। ফ্যাটযুক্ত খাদ্যগ্রহণের পর ল্যাকটিয়ালে ফ্যাটবিন্দু শোষিত হবার ফলে লসিকার রং হয় দুধ-সাদা (milky white)।

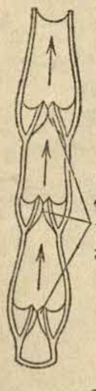


চিত্র : 17.5 লসিকাপর্বের গঠন

লসিকাবাহের স্থানে স্থানে গোলাকার স্থূল অংশ থাকে। এগুলিকে **লসিকাপর্ব** (Lymph node) বলে। এতে অসংখ্য

* অস্থিমজ্জা, প্লীহা, মজ্জা, ফুসফুসের বায়ুস্থলী, নার্ভতন্ত্রে লসিকাবাহ অনুপস্থিত। নার্ভতন্ত্রে লসিকার স্থান দখল করে থাকে **মস্তিষ্ক-স্নায়ুরস** (Cerebrospinal fluid)।

লসিকাগ্রন্থি বা **লিম্ফ গ্ল্যাণ্ড** (lymph gland) থাকে (চিত্র : 17.5)। লসিকা গ্রন্থি ব্যাকটিরিয়া ধ্বংস করে, নতুন শ্বেতরক্তকণিকা উৎপাদন করে এবং অ্যান্টিবডি তৈরী করে।



চিত্র : 17.6 একমুখী লসিকা প্রবাহের সময় লসিকানালীতে কপাটকের অবস্থান

লসিকাপ্রবাহ একমুখী (Unidirectional) (চিত্র : 17.6), অর্থাৎ এটি কেবল কলার দিক থেকে হৃৎপিণ্ডের দিকে প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহ চালু রাখার জন্য কোন পাম্পযন্ত্রের বন্দোবস্ত নেই। পেশী সঞ্চালন ও শ্বসনঘটিত বিচলন (respiratory movement) দ্বারা সৃষ্ট চাপ ও প্রবাহকালে লসিকার নিজস্ব চাপ দ্বারাই লসিকাপ্রবাহ চালু থাকে। কোন কোন লসিকাবাহে কপাটক থাকে। এরা দরকারমতো একমুখী লসিকাপ্রবাহে সহায়তা করে।

17.9. লসিকার উপাদান [Composition of Lymph]

উপাদানের দিক থেকে লসিকা ও প্লাজমা মূলতঃ এক। তবে জল ও অধিকাংশ কঠিন পদার্থের পরিমাণ মোটামুটি এক থাকলেও লসিকায় প্রোটিন, ক্যালসিয়ম এবং ফসফরসের মাত্রা প্লাজমা অপেক্ষা কম থাকে। অন্যদিকে আবার লসিকায় গ্লুকোজ ও ক্লোরাইডের পরিমাণ উল্লেখযোগ্যভাবে বেশী। লসিকায় প্রচুর রক্তকণিকা থাকে। শ্বেতরক্তকণিকা (লিম্ফোসাইট) সংখ্যা নিঃসন্দেহে বেশী, তবে এতে লোহিত রক্তকণিকাও দু'একটি দেখা যায়। লসিকা কতগুলি লসিকাপর্ব অতিক্রম করে তার উপর প্রতি ঘন মিলিমিটার লসিকায় লিম্ফোসাইটের সংখ্যা নির্ভর করে। কারণ লিম্ফোসাইট প্রধানত লসিকাপর্বে উৎপন্ন হয়। লসিকায় মোটেই অণুচক্রিকা থাকে না।

নীচে লসিকার উপাদান উল্লেখ করা হ'ল।

A. **কোষ** : প্রধানত **লিম্ফোসাইট**, প্রতি ঘন মিলিমিটার লসিকায় 500—75,000।

B. **কোষবিহীন অংশ** (উপবাস কালে) : (a) জল 94% ও (b) কঠিন পদার্থ 6%।

(b) **কঠিন পদার্থ** :

(1) **প্রোটিন** : লসিকায় প্লাজমার প্রায় অর্ধেক পরিমাণ প্রোটিন থাকে এবং এর মাত্রা 2·0—4·5% ওঠা নামা* করে। লসিকায় প্রোটিন প্রধানত **অ্যালবুমিন, গ্লবিউলিন** ও **ফাইব্রিনোজেন**** ; অল্পমাত্রায় **প্রোথ্রম্বিন**ও থাকে।

(2) **ফ্যাট** : ফ্যাটের মাত্রা খুবই অল্প, তবে ফ্যাটজাতীয় খাদ্য গ্রহণের পর 5—15% বৃদ্ধি পায়।

(3) **কার্বোহাইড্রেট** : শর্করার পরিমাণ প্রতি 100 মিলিমিটারে 132·2 মিলিগ্রাম।

(4) **অন্যান্য উপাদান** : প্রতি 100 মিলিলিটারে **ইউরিয়া** 23·5 মিলিগ্রাম ;

* সংগ্রহস্থান বিশেষে লসিকায় প্রোটিনের মাত্রা ওঠা নামা করে।

** ফাইব্রিনোজেন মাত্রা রক্তের চেয়ে আনুপাতিকভাবে কম থাকায় লসিকায় তঞ্চন তত দ্রুত নয়।

অপ্রোটিন নাইট্রোজেনঘটিত পদার্থ 34.8 মিলিগ্রাম ; **ক্রিয়েটিনিন** 1.4 মিলিগ্রাম ; **ক্লোরাইড** 711 মিলিগ্রাম ; **মোট ফসফরস** 11.8 মিলিগ্রাম ; **অজৈব ফসফরস** 5.9 মিলিগ্রাম ; **ক্যালসিয়ম** 9.84 মিলিগ্রাম। এছাড়া অ্যান্টিবডি ও এনজাইম বর্তমান।

17.10. লসিকার কাজ [Functions of Lymph]

1. **পরিবহণ :** লসিকা কলাস্থানের প্রোটিনকে রক্তসংবহনে ফিরিয়ে আনে এবং রক্ত-জালকে প্রবেশ করতে পারে না এমন সব ফ্যাটবিন্দু ও অধিক আণবিক ওজন (molecular weight) বিশিষ্ট উপাদান পরিবহণ করে।

2. **পুষ্টি :** দেহের যে সব কলাকোষে রক্ত পৌঁছোতে পারে না, লসিকা সেখানে পৌষ্টিক পদার্থ ও অক্সিজেন সরবরাহ করে।

3. **প্রতিরক্ষা :** ব্যাকটিরিয়া বা অন্য কোন রোগজীবাণু দেহে প্রবেশ করলে লসিকা তাদের কলাস্থান থেকে সরিয়ে লসিকা পর্বে এনে লিম্ফোসাইটের ও মোনোসাইটের সাহায্যে ধ্বংস করে। তাছাড়া লিম্ফোসাইট থেকে উৎপন্ন অ্যান্টিবডি দেহের ইমিউনিটি বা প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

4. **শোষণ :** অন্ত্র থেকে ফ্যাট এবং যকৃৎ-সৃষ্ট প্রোটিন লসিকায় শোষিত হয়।

5. **দেহরসের পুনর্বণ্টন :** রক্ত-সংবহনের এক অংশ থেকে অন্য অংশে দেহরস পুনর্বণ্টন করে।

6. **কলারস অপসারণ :** কলা থেকে কলারসের প্রায় 10% অংশ লসিকা দ্বারা অপসৃত হয়। তাই কোথাও লসিকাপ্রবাহে বাধা সৃষ্টি হলে কলারস জমে সেই স্থান ফুলে ওঠে।

17.11. মানব হৃৎপিণ্ডের ভিতর দিয়ে রক্তসঞ্চালন পথ [Course of circulation of blood through the human heart]

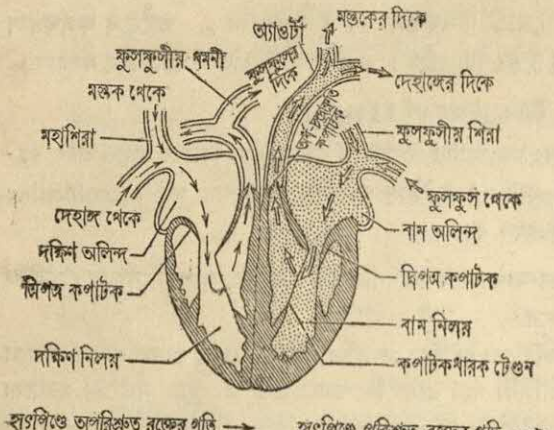
হৃৎপিণ্ড পাম্পের মতো কাজ করে। সারাজীবন এটি সচল থেকে দেহের সর্বত্র পরিস্রুত রক্ত* সরবরাহ করে এবং সেখান থেকে অপরিস্রুত রক্ত** ফিরিয়ে এনে পুনরায় শোধনের জন্য ফুসফুসে পাঠিয়ে দেয়। এই কাজ সুষ্ঠুভাবে করার তাগিদে হৃৎপিণ্ডকে ক্রমাগত **সংকুচিত** (**সিস্টোল**—Systole) ও **প্রসারিত** (**ডায়াস্টোল**—Diastole) হতে হয়। প্রতি মিনিটে পূর্ণবয়স্ক সুস্থ মানুষের হৃৎপিণ্ড 72 বার সংকুচিত ও প্রসারিত হয়। একেই **হৃৎস্পন্দন** (Heart beat) বলে। হৃৎস্পন্দন স্বাভাবিক থাকা সুস্থতার লক্ষণ—কম বা বেশী অসুস্থতার লক্ষণ।

সুস্থ হৃৎপিণ্ডের ভিতর দিয়ে স্বাভাবিক পথে রক্ত সঞ্চালিত হয়। মস্তক ও দেহাঙ্গ থেকে অপেক্ষাকৃত বেশী কার্বন ডাই-অক্সাইডযুক্ত অপরিস্রুত রক্ত উত্তরা ও অধরা মহাশিরা (superior and inferior venacava) পথে দক্ষিণ অলিন্দে এবং একই সঙ্গে ফুসফুস থেকে অপেক্ষাকৃত বেশী অক্সিজেনযুক্ত শোধিত অর্থাৎ পরিস্রুত রক্ত ফুসফুসীয় শিরাপথে বাম অলিন্দে আসার পরই

* বেশী অক্সিজেনযুক্ত ও কম কার্বনডাই-অক্সাইডযুক্ত রক্তকে সাধারণত বিশুদ্ধ বা পরিস্রুত রক্ত বলা হয় এবং

** বেশী কার্বন ডাই-অক্সাইডযুক্ত ও কম অক্সিজেনযুক্ত রক্তকে অশোধিত বা অশুদ্ধ রক্ত বলা হয়।

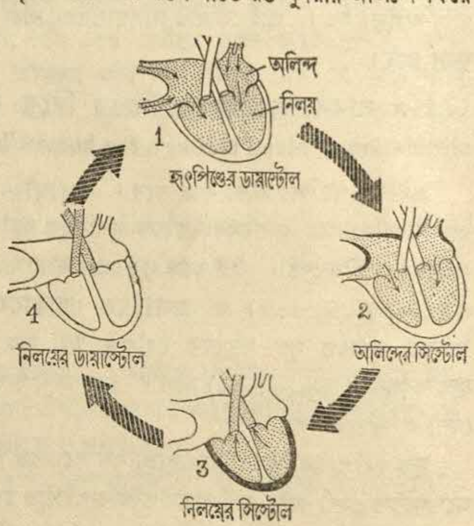
হৃৎপিণ্ডের ভিতর দিকে রক্ত সঞ্চালন চালু হয় (চিত্র : 17.7)। অলিন্দের সিস্টোল বা সংকোচন দিয়ে এই কাজের সূত্রপাত [চিত্র : 17.8(2)]।



চিত্র : 17.7 দীর্ঘচ্ছেদে হৃৎপিণ্ডের মধ্যে রক্তসংবহন পথ দেখানো হয়েছে

অলিন্দের সিস্টোল (Auricular systole) : অলিন্দ দুটি রক্তপূর্ণ হলে অলিন্দের সিস্টোল অর্থাৎ সংকোচন শুরু হয়। অলিন্দের চাপ যত বাড়তে থাকে ততই তার ভিতরকার রক্ত অলিন্দের বাইরে বেরুবার পথ খোঁজে। এই সময় অলিন্দ দুটিতে আসা শিরার মুখগুলি বন্ধ থাকায় দক্ষিণ অলিন্দের রক্ত ত্রিপত্র কপাটক পথে দক্ষিণ নিলয়ে এবং বাম অলিন্দের রক্ত দ্বিপত্র কপাটক পথে বাম নিলয়ে প্রবেশ করে। দক্ষিণ ও বাম নিলয় রক্তপূর্ণ হওয়ামাত্র তাদের সিস্টোল শুরু হয়।

নিলয়ের সিস্টোল (Ventricular systole) [চিত্র : 17.8(3)] : নিলয়দ্বয়ের সংকোচন শুরু হলে, নিলয় মধ্যস্থ রক্তচাপ বৃদ্ধি পায়। এর ফলে যাতে রক্ত পুনরায় অলিন্দে ফিরে যেতে না পারে সেজন্য উক্ত ত্রিপত্র ও দ্বিপত্র কপাটক সশব্দে* বন্ধ হয়ে যায়। এদিকে অ্যাওর্টা ও ফুসফুস ধমনীর মুখে অবস্থিত অর্ধ-চন্দ্রাকৃতি কপাটকদুটিও ঐ সময় বন্ধ থাকায় নিলয়দুটি বন্ধ প্রকোষ্ঠে পরিণত হয়। এই বদ্ধ অবস্থায় নিলয় 0·5 সেকেণ্ড ধরে ক্রমাগত সংকুচিত** হতে থাকে। ফলে নিলয়-মধ্যস্থ রক্তের চাপ অ্যাওর্টা ও ফুসফুস ধমনীর রক্তের চাপকে ছাড়িয়ে যায়। ফলে প্রায় 0·22 সেকেণ্ড ধরে দক্ষিণ নিলয় থেকে অপরিস্রুত রক্ত ফুসফুসীয় ধমনী পথে ফুসফুসের দিকে এবং বাম নিলয় থেকে পরিস্রুত রক্ত অ্যাওর্টা



চিত্র : 17.8 হৃৎচক্র

* এইভাবে উৎপন্ন প্রথম শব্দকে **প্রথম হৃৎঘাত** (first heart sound) বলে।

** বদ্ধ নিলয়ের 0·5 সেকেণ্ড সংকোচন সময়কে **সমমাপ সংকোচন কাল** (Isometric systole period) বলা হয়।

পথে মস্তক ও দেহাঙ্গের দিকে বেরিয়ে যেতে থাকে।* তারপর হৃৎপিণ্ড থেকে রক্ত বেরিয়ে যাবার মাত্রা ক্রমশঃ কমতে থাকে এবং একসময় রক্ত নির্গমন সম্পূর্ণভাবে বন্ধ হয়ে যায়। এর পর নিলয়ের প্রসারণ বা ডায়াস্টোল শুরু হয়।

নিলয়ের ডায়াস্টোল (Ventricular diastole) [চিত্র : 17.8(4)] : নিলয় প্রসারিত হতে থাকলে স্বভাবতই নিলয় মধ্যস্থ রক্তের চাপ অ্যাওর্টা ও ফুসফুসীয় ধমনীর ভিতরকার রক্তের চাপ থেকে কমে যায়। কাজেই অ্যাওর্টা ও ধমনীর রক্ত নীচের দিকে চাপ দেয় এবং অর্ধচন্দ্রাকৃতি কপাটক দুটি অপেক্ষাকৃত মৃদু শব্দ করে** বন্ধ হয়ে যায়। এই সময় দ্বিপত্র ও ত্রিপত্র কপাটক দুটিও বন্ধ থাকায় নিলয় দুটি পুনরায় বন্ধ প্রকোষ্ঠে পরিণত হয়। তখন নিলয় থেকে রক্ত বেরোনো বা নিলয়ে রক্ত আসা বন্ধ থাকে। স্বভাবতই নিলয়ে যে যৎসামান্য রক্ত থাকে তার চাপ ক্রমশঃ কমে আসে***। এর ফলে দ্বিপত্র ও ত্রিপত্র কপাটক খুলে যায়, রক্ত উভয় অলিন্দ থেকে স্ব স্ব নিলয়ে নেমে আসে এবং নিলয় ক্রমশঃ রক্তপূর্ণ হতে থাকে। নিলয়ের এই সময়টাকে **পূরণ কাল** (filling period) বলা হয়। পূরণকালে অলিন্দ থেকে নিলয়ের রক্তচাপ কম থাকায় অলিন্দের সংকোচন ছাড়াই রক্ত নিলয়ে নেমে আসতে থাকে। এইভাবে নিলয় দুটি প্রায় অর্ধেক পূর্ণ হলে তবেই অলিন্দের সিস্টোল শুরু হয়।

হৃৎপিণ্ডের ডায়াস্টোল বা **যুগ্ম ডায়াস্টোল** (Common diastole) : পূরণ-কালের প্রসারিত অবস্থায় নিলয় দুটি যখন রক্তপূর্ণ হতে থাকে তখন অলিন্দ দুটিও ডায়াস্টোল অর্থাৎ প্রসারিত অবস্থায় থাকে। এই প্রসারিত যুগ্ম ডায়াস্টোল অবস্থায় নিলয়দ্বয় রক্তপূর্ণ হতে থাকলে অলিন্দদ্বয়ও রক্তপূর্ণ হতে থাকে [চিত্র : 17.8(1)]।

এইভাবে অলিন্দ ও নিলয়ের মধ্য দিয়ে রক্ত সঞ্চালিত হয়। রক্ত সঞ্চালনের সময় প্রতি হৃৎস্পন্দনে অলিন্দ ও নিলয়ের ধারাবাহিক ঘটনাচক্রকে **হৃৎচক্র** (Cardiac cycle) বলে (চিত্র : 17.8)।

17.12. হৃৎপিণ্ডের বিশেষ কলা ও তার সঙ্গে হৃৎপিণ্ডে উদ্দীপনা প্রবাহের সম্বন্ধ [Specialised cardiac tissues and their relation with cardiac impulse] (চিত্র : 17.9)

হৃৎপিণ্ডের যে বিশেষ পেশীগুচ্ছ (a bundle of muscle fibres) দক্ষিণ অলিন্দে উৎপন্ন উদ্দীপনা-প্রবাহকে নিলয়ে পরিবহণ করে তাকে সাধারণত A—V গুচ্ছ বা **হিসের বাণ্ডল** (Atrio-ventricular i.e. A—V bundle or Bundle of His) বলে। এর উৎপত্তিস্থল হ'ল A—V পর্ব (A—V node), যেটি দক্ষিণ অলিন্দে আন্ত-অলিন্দ প্রাকারের নীচের দিকে অবস্থান করে। A—V পর্ব থেকে উৎপন্ন হয়ে A—V গুচ্ছ বা হিসের বাণ্ডল আন্ত-নিলয় প্রাকারে ঢুকে দু'ভাগে ভাগ হয়ে একটি দক্ষিণ নিলয়ে ও অন্যটি বাম নিলয়ে চলে যায়। শাখা দুটি বারংবার বিভাজিত হতে হতে জালের তন্তুআবরণ সৃষ্টি করে। একে **পারকিনজি তন্তু** (fibres of Purkinje) বলে।

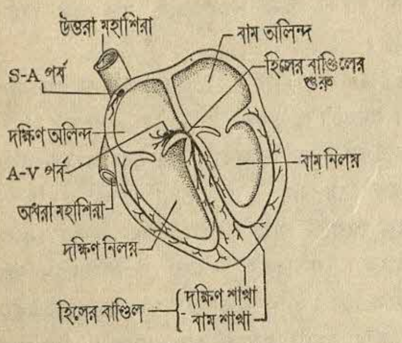
যেখানে উত্তরা মহাশিরা অলিন্দে মেশে তার কাছেই দক্ষিণ অলিন্দ প্রাকারে আরো একটি বিশেষ কলায় গঠিত পর্ব বর্তমান। একে **সাইনো আট্রিয়াল পর্ব** বা **S—A পর্ব** (Sinoatrial node বা S—A node)

* নিলয় যতক্ষণ সংকুচিত থেকে রক্তকে হৃৎপিণ্ডের বাইরে বের করে দেয় তাকে **রক্ত নিক্ষেপকাল** (Blood ejection period) বলা হয়।

** এই শব্দকে **দ্বিতীয় হৃৎঘাত** (Second heart sound) বলে।

*** এই অবস্থার নাম **সমমাপ প্রসারণকাল** (Isometric relaxation period)।

বলে। যান্ত্রিক সংকোচণ ও প্রসারণের পূর্বে হৃৎপিণ্ডের মধ্যে যে উদ্দীপনা প্রবাহ (cardiac impulse or excitation wave) ছড়িয়ে যায় তার উৎপত্তিস্থল হল S—A পর্ব। কাজেই *S—A* **পর্বকে সঙ্গত কারণেই হৃৎপিণ্ডের পেশমেকার (Pacemaker of heart) বলা হয়।**



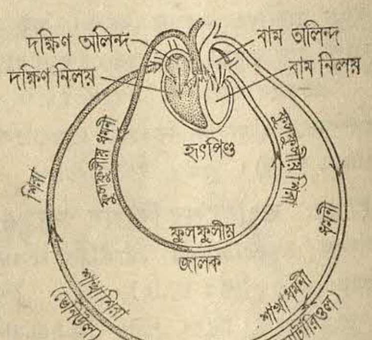
চিত্র : 17.9 হৃৎপিণ্ডের বিশেষ কলাসমূহ

S—A পর্ব থেকে হৃৎউদ্দীপনা A—V পর্বে এবং আন্ত-অলিন্দ প্রাকারের সাধারণ পেশীকলা মাধ্যমে বাম অলিন্দে সঞ্চারিত হয়। A—V পর্ব থেকে সেই উদ্দীপনা A—V বাণ্ডলের দক্ষিণ ও বাম শাখা পথে পারকিনজি তন্তু অতিক্রম ক'রে নিলয়ের পেশীতে ছড়িয়ে যায়। উদ্দীপনা এইভাবে ছড়িয়ে পরার পর সংকোচনের সূত্রপাত হয়।

যাইহোক, হৃৎপিণ্ডের বিশেষ কলা বলতে **S—A পর্ব, A – V পর্ব, হিসের বাণ্ডল** এবং **পারকনজি তন্তুকে** বোঝায়।

17.13. হৃৎ-উৎপাদ [Cardiac output]

প্রতি সিস্টোলে অর্থাৎ সংকোচনের সময় উভয় নিলয় যথেষ্ট পরিমাণ রক্ত সংবহণতন্ত্রে পাঠিয়ে দেয়। দক্ষিণ নিলয় ফুসফুসীয় রক্তসংবহনতন্ত্রে এবং বাম নিলয় বৃহত্তর সংবহনতন্ত্রে রক্ত পাঠায়। **প্রতি নিলয় থেকে প্রতি সংকোচনে বাইরে পাঠানো রক্তের পরিমাণকে হৃৎ-উৎপাদ** বলে।



চিত্র : 17.10 দক্ষিণ নিলয় ফুসফুসীয় অর্থাৎ ক্ষুদ্রতর সংবহনতন্ত্রে এবং বাম নিলয় বৃহত্তর সংবহন তন্ত্রে রক্ত পাঠায়

হৃৎ-উৎপাদকে দু'ভাবে প্রকাশ করা সম্ভব—যেমন, **ঘাত পরিমাণ** (Stroke volume) ও **মিনিট পরিমাণ** (minute volume)। প্রতিটি সংকোচনের সময় প্রতি নিলয় থেকে যে নির্দিষ্ট পরিমাণ রক্ত বাইরে যায় তাকে **ঘাত পরিমাণ** এবং প্রতিটি সংকোচনের সময় নিলয় থেকে প্রতি মিনিটে যে পরিমাণ রক্ত বেরিয়ে যায় তাকে **মিনিট পরিমাণ** বা **মিনিট ভলিউম** বলে। একজন বয়স্ক সুস্থ লোকের ক্ষেত্রে **ঘাত পরিমাণ** প্রায় 70 মিলিলিটার এবং **মিনিট পরিমাণ** প্রায় 5-6 **লিটার**।

(i) **হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় পদ্ধতি** (Method of measuring cardiac output) : কার্ডিওমিটারের সাহায্যে **রঞ্জক পদ্ধতি, হৃৎ লাফ পদ্ধতি, ফিকের পদ্ধতি** দ্বারা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় করা সম্ভব।

* নিম্ন মেরুদণ্ডীর হৃৎপিণ্ডে হৃৎস্পন্দন সরু হয় সাইনস ভেনোসসে।

পদ্ধতি ঃ 1. মিনিট পরিমাণ অর্থে হৃৎস্পন্দন হার ও হৃৎ-ঘাতের পরিমাণের গুণফলকে বোঝায়। সুতরাং

হৃৎ-উৎপাদ = হৃৎস্পন্দন হার × হৃৎ-ঘাত পরিমাণ

অর্থাৎ প্রতি মিনিটে হৃৎপিণ্ড 72 বার স্পন্দিত হলে এবং প্রতি স্পন্দনে 70 মিলিলিটার রক্ত বাইরে বেরিয়ে গেলে হৃৎ-উৎপাদের মান দাঁড়ায়—

হৃৎ-উৎপাদ = 72 ঘাত/মিনিট × 70 মিলিমিটার/ঘাত

= 5 লিটার/মিনিট

এই উৎপাদ সুস্থ পূর্ণবয়স্ক লোকের বিশ্রামকালীন হৃৎ-ঘাতের স্বাভাবিক সূচক।

পদ্ধতি 2. ফিকের পদ্ধতি (Fick's method) ঃ প্রত্যক্ষভাবে মানবদেহে হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় করা সম্ভব নয় বলে ফিকের পরোক্ষ পদ্ধতি দ্বারা হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় করা যায়। 1870 খ্রীষ্টাব্দে ফিক এই পদ্ধতিটি আবিষ্কার করেন। তিনি দেখান যে, O_2 বা CO_2 বিনিময় হারের উপর ভিত্তি করে হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় করা সম্ভব। তিনি বলেন, প্রতি একক সময়ে (যেমন 1 মিনিটে) কি পরিমাণ O_2 ফুসফুস থেকে রক্তে প্রবেশ করে তা ডগলাস ব্যাগ (Douglas bag) (চিত্র ঃ 17.18) বা স্পাইরোমিটার দ্বারা নির্ধারণ ক'রে এবং ধমনী ও শিরা রক্তে O_2 বা CO_2-এর পরিমাণের পার্থক্য হিসাব ক'রে নীচের সূত্রানুসারে হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় করা সম্ভব।

$$\text{হৃৎ-উৎপাদ (প্রতি মিনিটে)} = \frac{\text{প্রতি মিনিটে ফুসফুস থেকে গৃহীত } O_2 \text{ পরিমাণ}}{\text{ধমনী ও শিরারক্তে } O_2 \text{ পরিমাণের পার্থক্য}} \times 100$$

উদাহরণ ঃ কোন ব্যক্তির ফুসফুস থেকে প্রতি মিনিটে অক্সিজেন গ্রহণের পরিমাণ 300 মিলিমিটার হলে এবং তার প্রতি ধমনী ও শিরা রক্তে O_2 এর পরিমাণ যথাক্রমে 19 মিলিলিটার ও 14 মিলিলিটার হলে প্রতি মিনিটে সেই ব্যক্তির হৃৎ উৎপাদ হবে—

$$\text{হৃৎ-উৎপাদ} = \frac{300 \text{ মিলিলিটার/মিনিট}}{(19-14) \text{ মিলিলিটার/মিনিট}} \times 100$$

$$= 6000 \text{ মিলিলিটার} = 6 \text{ লিটার}$$

প্রতি মিনিটে দেহতলের প্রতি বর্গমিটারে হৃৎ-উৎপাদের সম্পর্ককে **হৃৎ-সংকেত** (Cardiac index) বলে। এর গড় পরিমাণ 3·3 লিটার। দেহতলের প্রতি বর্গমিটারের সঙ্গে হৃৎ-ঘাত পরিমাণের সম্পর্ককে **ঘাত পরিমাণ সংকেত** (Stroke volume index) বলা হয়। ঘাত পরিমাণ সংকেতের পরিমাণ গড়ে 47 মিলিলিটার। হৃৎ-উৎপাদ প্রধানতঃ বিপাক হার (metabolic rate), দেহতলের ক্ষেত্রফল (surface area) এবং দেহের ওজন (body weight)-এর উপর নির্ভরশীল।

(ii) **হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণকারী শর্তসমূহ** (Factors influencing cardiac output)

1. **পেশীর ব্যায়াম** (Muscular exercise) ঃ অত্যধিক ব্যায়ামের পর হৃৎ-উৎপাদ বেড়ে 30—40 লিটারে দাঁড়ায় অর্থাৎ মিনিট পরিমাণের 6—10 গুণ বেড়ে যায়।

2. **অবস্থান** (Posture) ঃ দাঁড়িয়ে থাকার সময়ের চেয়ে শুয়ে বা জেগে থাকা

অবস্থায় মিনিট পরিমাণ অনেক বেশী। কারণ দাঁড়ান অবস্থায় মাধ্যাকর্ষণের প্রভাবে শিরারক্তের প্রত্যাবর্তন কমে যায়।

3. **উত্তেজনা, জ্বর, হাইপারথাইরয়েডিজম** (Excitement, fever, hyperthyroidism): এইসব উপসর্গে হৃৎ-উৎপাদ বৃদ্ধি পায়।

4. **রক্তমোক্ষণ, শক্, হৃৎক্রিয়া বন্ধ, হাইপোথাইরয়েডিজম** (Haemorrhage, shock, heart failure, hypothyroidism) প্রভৃতির ক্ষেত্রে হৃৎ-উৎপাদ কমে যায়।

5. **নিদ্রা** (Sleep): নিদ্রাকালে হৃৎ-উৎপাদ সময় সময় কমে যায়।

(iii) **হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি** (Control measure of cardiac output): স্বাভাবিক ও পরিবর্তিত—এই দুই উপায়ে হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রিত হয়।

(A) **স্বাভাবিক হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণ:** নিম্নলিখিত চারটি কারণে এই নিয়ন্ত্রণ সম্ভবপর। কারণগুলি হল –

(1) হৃৎ-পেশী সংকোচন বল; (2) হৃৎ-ঘাতের কম্পনাঙ্ক; (3) শিরারক্তের প্রত্যাবর্তন ও (4) প্রান্তীয় বাধা।

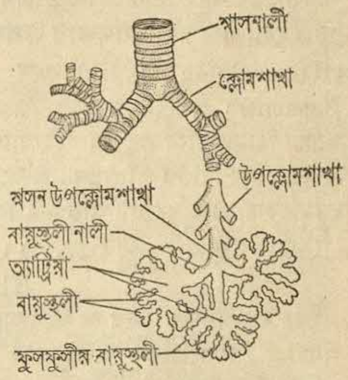
হৃৎপেশীর সংকোচন বল বেশী হলে হৃৎ-উৎপাদ হার বাড়ে। হৃৎ-ঘাতের কম্পনাঙ্কের পরিবর্তন ঘটলে হৃৎস্পন্দনহার, হৃৎঘাত পরিমাণ, হৃৎ-মিনিট পরিমাণ, এমনকি হৃৎপেশী সংকোচনবলের তারতম্য ঘটে। শিরারক্তের প্রত্যাবর্তন ও হৃৎ উৎপাদ পরিবর্তন হার প্রায় সমানুপাতিক। তাই শিরারক্তের প্রত্যাবর্তনে ব্যাঘাত ঘটলে হৃৎ-উৎপাদে ব্যাঘাত ঘটে। প্রান্তীয় বাধার সঙ্গে হৃৎ-উৎপাদের সম্বন্ধ নিবিড়। প্রধানত উপধমনীতে সংকোচনজনিত প্রান্তীয় বাধা বৃদ্ধি পায়, ফলে রক্তচাপ বাড়ে। হৃৎপিণ্ড অধিক পরিমাণে রক্ত বাইরে পাঠিয়ে স্বাভাবিক হৃৎ-উৎপাদ বজায় রাখে।

(B) **পরিবর্তিত হৃৎ-উৎপাদের নিয়ন্ত্রণ:** হৃৎরোগ, রক্তস্রাব এমনকি থাইরয়েড গ্রন্থির স্বল্প কার্যকলাপ হৃৎ-উৎপাদ হ্রাস করে। উত্তেজিত হলে বা জ্বর-জ্বালা হলে বা থাইরয়েড গ্রন্থি কম-বেশী সক্রিয় হলে হৃৎ-উৎপাদ কমে বা বাড়ে। পূর্ণ গর্ভাবস্থায় বা দেহে O_2-এর অভাব বা CO_2-এর বৃদ্ধি ঘটলে হৃৎ-উৎপাদ বৃদ্ধি পায়।

17.14. বাহ্যিক শ্বসন ও অভ্যন্তরীণ বা কলা শ্বসন [External and Internal respiration]

A. **বাহ্যিক শ্বসন: ফুসফুস ও রক্তের মধ্যে গ্যাসীয় পদার্থের আদান-প্রদানকে বাহ্যিক শ্বসন বলে।** নাক বা মুখ দিয়ে প্রশ্বাস গ্রহণ করার পর বাতাসের অক্সিজেন ট্রাকিয়া বা শ্বাসনালী, ব্রঙ্কস বা ক্লোমশাখা, ব্রঙ্কিওল বা উপক্লোমশাখা এবং শ্বসন উপক্লোমশাখা মাধ্যমে বায়ুস্থলী বা অ্যালভিওলারাইতে পৌঁছায়। শ্বসন উপযোগী ক্লোমশাখা ও তার স্ফীত উপবর্ধিত অংশকে **ফুসফুস লবিউল** (lobule of the lung) বা **ফুসফুস একক** বা **লাঙ্গ ইউনিট** (Lung unit) বলা হয় (চিত্র 17.11)। শ্বসন উপযোগী ক্লোমশাখা থেকে উৎপন্ন সূক্ষ্মনালী হল **বায়ুস্থলী নালী** বা **অ্যালভিওলার ডাক্ট** (alveolar duct)। এই নালী **অ্যাট্রিয়া** (atria) নামে বিস্তৃত স্থানে উন্মুক্ত হয় এবং শেষে

বায়ুস্থলী (alveolus or air-sac) সৃষ্টি করে। বায়ুস্থলীর স্ফীত যে অগ্রভাগ রক্তজালকের সংস্পর্শে আসে তাকে **ফুসফুসীয় বায়ুস্থলী** বা **পালমোনারী অ্যালভিওলাই** (Pulmonary alveoli) বলে। এগুলি দেখতে আঙুরের মতো। এদের প্রাকার এত পাতলা যে, সেই পাতলা প্রাকার দেহের রক্ত ও বাতাসের অক্সিজেনকে পৃথক করে রাখে। প্রাকারটির নাম **অ্যালভিওলাইয়ের জালক পর্দা**। এই পর্দার ভিতর দিয়ে ব্যাপনক্রিয়ায় অক্সিজেন ভিতরে ঢুকে রক্তের হিমোগ্লোবিনে মেশে এবং অক্সিহিমোগ্লোবিন তৈরী করে। **অক্সিহিমোগ্লোবিন** রক্তস্রোতের সঙ্গে দেহের কোষে কোষে পৌঁছায় (**অক্সিজেন পরিবহণ**)। এদিকে দেহে বিপাক ক্রিয়ায় উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড **বাই কার্বানেট** বা **কার্বামিনো যৌগ** তৈরী করে রক্তের মাধ্যমেই ফুসফুসে ফিরে আসে। তবে ফুসফুসে প্রবেশের সময় উক্ত যৌগ আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পে রূপান্তরিত হয়। যথারীতি ব্যাপনের ফলে সেই কার্বন ডাই-অক্সাইড ফুসফুসের বায়ুস্থলীতে যায় এবং সেখান থেকে নিঃশ্বাসবায়ুর সঙ্গে দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয়।



চিত্র : 17.11 ফুসফুস একক বা লাঙ্গ ইউনিট

B. **অভ্যন্তরীণ শ্বসন বা কলাশ্বসন : অক্সিহিমোগ্লোবিন কলাকোষে পৌঁছানোর পর সেখানে অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের আদান-প্রদানকে অন্তঃশ্বসন বা কলাশ্বসন বলে।**

দেহের প্রতিটি কলাকোষে রক্তজালক ছড়ানো আছে। সেখানে যথারীতি অক্সিহিমোগ্লোবিন অংশ থেকে অক্সিজেন কলাকোষে চলে যায় এবং কলাকোষের কার্বন ডাই-অক্সাইড রক্তে চলে আসে। এটি প্রকৃতপক্ষে ফুসফুসে গ্যাসীয় পদার্থ বিনিময়ের বিপরীত প্রক্রিয়া।*

অক্সিজেন কলাকোষে পৌঁছে কলাকোষের শর্করাকে জারিত করে—ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। এইভাবে কলাকোষে স্থৈতিক রাসায়নিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এই তাপশক্তি উৎপাদনই অভ্যন্তরীণ শ্বসনের মুখ্য উদ্দেশ্য।

C. বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ শ্বসনের সময় অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ (Transport of Oxygen and Carbondioxide during external and internal respiration)

(i) **অক্সিজেন পরিবহণ [Transport of Oxygen]**

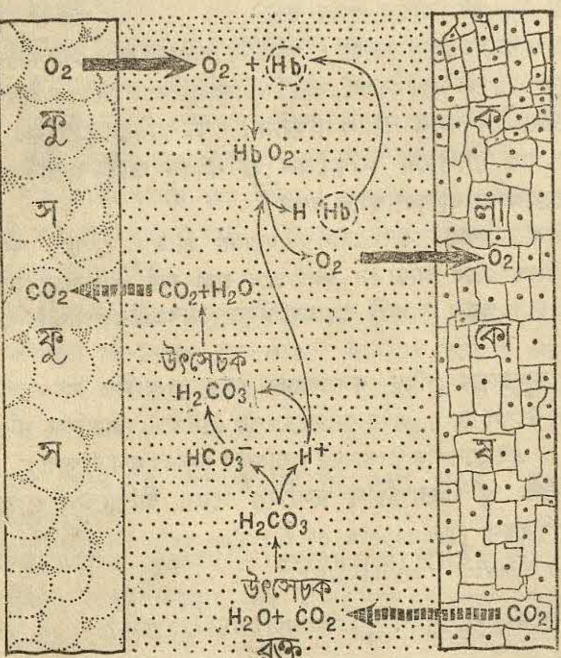
দেহের প্রতিটি কোষে শ্বসন (কলা শ্বসন) চালু রাখা আবশ্যক। সেজন্য বায়ুস্থলীতে ছড়ান রক্তজালকে প্রবাহিত লোহিত রক্তকণিকা কোষে কোষে অক্সিজেন পরিবহণের দায়িত্ব

* এছাড়া প্রাণিজগতে হিমোসায়ানিন (haemocyanin), হিমোএরিথ্রিন (haemoerythrin) ক্লোরোক্রুওরিন (chlorocruorin) নামে নানা রকমের শ্বাসরঞ্জক আছে।

পালন করে। বিশ্রাম নেওয়াকালীন কোন সুস্থ ব্যক্তির ক্ষেত্রে প্রতি মিনিটে প্রায় 250 মিলিলিটার এবং অত্যন্ত পরিশ্রমকালীন 47 লিটার পরিমাণ অক্সিজেন কোষে কোষে পৌঁছানো দরকার। অক্সিজেন সহজে রক্তরসে দ্রবীভূত হয় না বলে এর মাধ্যমে মাত্র 2% অক্সিজেন পরিবাহিত হতে পারে। প্রয়োজনীয় বাকি অক্সিজেন পরিবহণ করার দায়িত্ব বর্তায় **লোহিত রক্ত কণিকার উপর**। লোহিত রক্ত কণিকায় আছে **হিমোগ্লোবিন*** (Haemoglobin বা Hb) নামে লৌহ ও প্রোটিনঘটিত শ্বাসরঙ্গক (Respiratory Pigment)। লৌহযুক্ত লাল '*heme*' ও বর্ণহীন '*globin*' মিলিত হয়ে তৈরী করেছে হিমোগ্লোবিন শব্দটি। হিমোগ্লোবিনের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হল, নির্দিষ্ট পরিমাণ হিমোগ্লোবিন বিভিন্ন পরিমাণের অক্সিজেনের সঙ্গে বারবার যুক্ত হতে পারে। রক্তরস থেকে রক্তকণিকায় প্রবেশের পর অক্সিজেন হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয় এবং অক্সিহিমোগ্লোবিন (HbO_2) গঠন করে (চিত্র ঃ 17.12)।

$$Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$$

হিমোগ্লোবিনের নিজস্ব রং অপেক্ষাকৃত ফ্যাকাসে হলেও অক্সিহিমোগ্লোবিনের রং উজ্জ্বল লাল। হিমোগ্লোবিন অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে একদিকে যেমন অস্থায়ী যৌগ অক্সিহিমোগ্লোবিন গঠন করে অন্যদিকে তেমনি অক্সিজেন পরিত্যাগ করে পুনরায়



চিত্র : 17.12 অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ পদ্ধতি

হিমোগ্লোবিনে রূপান্তরিত হতে পারে। এ কাজটি সম্পূর্ণভাবে নির্ভর করে অক্সিজেনের

* ১ম খণ্ডের Art. 6.29 দেখ।

ঘনত্বের উপর। অক্সিজেন বয়ে নিয়ে যাবার সময় স্বভাবতই রক্তে অক্সিজেনের ঘনত্ব বেশী থাকে। কলাকোষে অনবরত শ্বসন চলতে থাকায় সেখানে অক্সিজেনের ঘনত্ব কমে যায়। তখন সেখানে অক্সিজেনপ্লুত বিশুদ্ধ রক্ত পরিবেশিত হলে ব্যাপন ক্রিয়া চলে এবং পরিবেশিত রক্তের উচ্চ ঘনত্ব থেকে নিম্ন ঘনত্বের দিকে অর্থাৎ কোষের মধ্যে অক্সিজেন প্রবেশ করে।

(ii) **কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ [Transport of carbondioxide** (চিত্র : 17.12) **]**

অক্সিজেন পরিবেশিত হবার পর প্রাণিদেহের প্রতিটি কোষে শ্বসন চলে। শ্বসন চলাকালে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড দেহের পক্ষে ক্ষতিকর, সেজন্য একে তৎপরতার সঙ্গে শ্বসনস্থল থেকে সরিয়ে আনা দরকার। রক্তজালকে প্রবাহিত যে রক্ত কোষে কোষে অক্সিজেন পৌঁছে দেয়, সেই রক্তই সেখান থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ ক'রে তাকে দেহের বাইরে পরিত্যাগের জন্য বায়ুস্থলীতে বয়ে নিয়ে যায়। অর্থাৎ অক্সিজেন পরিবেশনের ঠিক বিপরীত প্রক্রিয়া হল কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ। রক্তে কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ পদ্ধতিটি নানাভাবে সম্ভব ; যেমন—

(1) কিছু পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড সরাসরি হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে মিশে **কার্বামিনোহিমোগ্লোবিন** (Carbamino-haemoglobin) উৎপন্ন করে এবং কলার নিকটস্থ রক্তজালকে কার্বন ডাই-অক্সাইড ত্যাগ করে।

(2) অল্প পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড সরাসরি কার্বন ডাই-অক্সাইড রূপেই রক্তজালকে পৌঁছায়।

(3) অল্প পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড হিমোগ্লোবিন ভিন্ন অন্য যৌগদ্বারা পরিবাহিত হতে পারে।

(4) সর্বাধিক পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড **বাইকার্বনেট** আয়নরূপে (HCO_3^-) বাহিত হয়।

শেষোক্ত প্রক্রিয়ার প্রারম্ভে কলাকোষসংলগ্ন রক্তজালকের মধ্যে প্রবাহিত রক্তের জলীয় অংশে কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রুত দ্রবীভূত হয় এবং বিশেষ এনজাইম বা উৎসেচকের প্রভাবে **কার্বনিক অ্যাসিড** (Carbonic acid, H_2CO_3) উৎপন্ন করে। পরে সেটি **হাইড্রোজেন আয়ন** (H^+) ও **বাইকার্বনেট আয়নে** (HCO_3^-) ভেঙ্গে যায় (চিত্র : 17.12)।

$$H_2O + CO_2 \xrightarrow{\text{উৎসেচক}} H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3$$

এই প্রক্রিয়া অনবরত চলতে থাকলে রক্তে H^+-এর পরিমাণ বেড়ে যাবে—সেটা দেহের পক্ষে ক্ষতিকর। যাতে এমনটি না ঘটতে পারে সেজন্য লোহিত রক্তকণিকার হিমোগ্লোবিন তৎপর হয়ে ওঠে। অক্সিহিমোগ্লোবিন তৈরীর পর অক্সিজেন ত্যাগ করে হিমোগ্লোবিন যাতে পূর্বস্থানে ফিরে আসতে পারে, সেজন্য ঐ H^+-এর সঙ্গে যুক্ত হয়। এইভাবে একই সঙ্গে দুটি কাজ চলে। একদিকে রক্তে হাইড্রোজেন আয়নের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণে থাকে, অন্যদিকে কলাকোষের কাছে গিয়ে অক্সিজেন ত্যাগ করার সুযোগ ঘটে।

এছাড়া H^+ আয়ন বাইকার্বনেট আয়নের (HCO_3^-) সঙ্গে যুক্ত হয়ে বিপরীত পথে প্রথমে কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3) ও তা থেকে পরে জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপাদন করতে পারে।

$$HCO^-_2 + H^+ \longrightarrow H_2CO_3 \xrightarrow{\text{উৎসেচক}} H_2O + CO_2$$

উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড রক্তে বাহিত হয়ে বায়ুস্থলীতে বিন্যস্ত রক্তজালকের মাধ্যমে ব্যাপন ক্রিয়ায় বায়ুস্থলীতে প্রবেশ করে। বায়ুস্থলী থেকে প্রথমে উপক্লোমশাখা, ক্লোমশাখা ও পরে শ্বাসনালী পথে নাসারন্ধ্র দিয়ে কার্বন ডাই-অক্সাইড দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয় (চিত্র : 17.12)।

17.15. শ্বসনে হিমোগ্লোবিনের গুরুত্ব [Importance of haemoglobin during respiration]

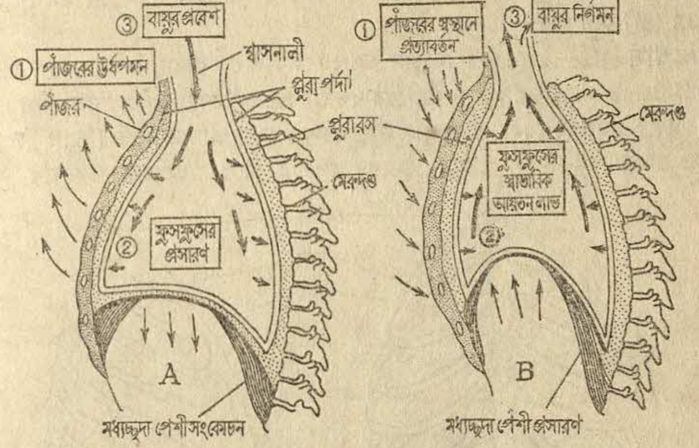
অক্সিজেন ব্যাপনক্রিয়ায় ফুসফুস থেকে রক্তে প্রবেশ করে। রক্তে প্রবিষ্ট সমস্ত অক্সিজেনই মুক্ত অবস্থায় (free state) থাকে না, বৃহৎ একটা অংশ অতি তৎপরতায় লোহিত কণিকায় অবস্থিত হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে অস্থায়ী যৌগ—**অক্সিহিমোগ্লোবিন** গঠন করে। এইভাবে হিমোগ্লোবিনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে রক্তরস থেকে অপসৃত হওয়ায় অক্সিজেনের সামগ্রিক পরিমাণের ঘাটতি পড়ে। সেই ঘাটতি পূরণ করার জন্য ফুসফুসের বাতাস থেকে রক্তের মধ্যে নতুন করে অক্সিজেন প্রবেশ করতে থাকে। হিমোগ্লোবিন ঐ অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ গঠন করবে কিনা সেটা নির্ভর করে চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমে (অর্থাৎ রক্তরসে) কি পরিমাণ অক্সিজেন আছে তার উপর। রক্তরসে অক্সিজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে হিমোগ্লোবিন তাকে শোষণ করতে থাকে। সুতরাং রক্তরসে যত বেশী অক্সিজেন দ্রবীভূত হবে হিমোগ্লোবিন সেই পরিমাণে অক্সিজেনের সঙ্গে মিলিত হয়ে অক্সিহিমোগ্লোবিন যৌগ গঠন করবে। অপরপক্ষে রক্তরসে অক্সিজেনের পরিমাণ যে হারে কমবে হিমোগ্লোবিন ও অক্সিজেনের যৌগ অবস্থা সেই হারে ভেঙ্গে যাবে এবং অক্সিজেন মুক্ত অবস্থায় রক্তরসে প্রবেশ করবে।

দেহের সর্বত্র রক্ত পরিবাহিত হবার সময়, বেশ কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যাপন ক্রিয়ায় রক্তরস থেকে স্বল্প অক্সিজেনযুক্ত কলারসে চলে যায়। ফলে রক্তরসে অক্সিজেনের মাত্রা কমে যায়। আর সঙ্গে সঙ্গে হিমোগ্লোবিন তার সঙ্গে মুক্ত অক্সিজেন ছাড়তে শুরু করে। এইভাবে অক্সিজেন প্রথমে রক্তরসে ও পরে কলারসে চলে যায়।

17.16. নিঃশ্বাস-প্রশ্বাস সম্পর্কিত চলন প্রক্রিয়া [Mechanism of inspiratory and expiratory movements]

বক্ষপেশীর সঞ্চালন দ্বারা বক্ষগহ্বরের আয়তনের হ্রাস-বৃদ্ধির মাধ্যমে ফুসফুসে বায়ুর আদান-প্রদান হতে থাকে। বক্ষগহ্বর নীচের দিকে মধ্যচ্ছদা (diaphragm) ও পাশের দিকে পাঁজর ও তৎসংলগ্ন পেশী দ্বারা আচ্ছাদিত হয়ে একটি বাতাস নিরোধক (air tight) কক্ষে পরিণত হয়। বক্ষ ও উদরের মাঝখানে মধ্যচ্ছদাটি দেহগহ্বরের একপ্রান্ত থেকে আর এক

প্রান্ত পর্যন্ত আড়াআড়ি বিস্তৃত। বিশ্রামকালে এটি বক্ষগহ্বরের মধ্যে ছিলে টানা ধনুকের মতো (dome-shaped) বেঁকে থাকে [চিত্র : 17.13(B)]। এই অবস্থায় ফুসফুসের আয়তন স্বাভাবিক



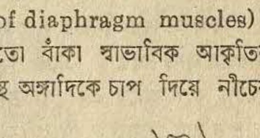
চিত্র : 17.13 বক্ষদেশের চিত্ররূপ মাধ্যমে শ্বসন পদ্ধতির প্রদর্শন

থাকে। কিন্তু বক্ষগহ্বরের আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে ফুসফুসের উপরে তার প্রভাব পড়ে; কারণ ফুসফুসের দেহ এত নরম যে চাপ পড়লে সেই চাপকে প্রতিরোধ করা তার পক্ষে সম্ভব হয় না।

প্রশ্বাস (Inspiration) : প্রশ্বাসের সময় অর্থাৎ ফুসফুসে বায়ু টেনে নেওয়ার (বায়ুপ্রবেশ) জন্য প্রথমেই বক্ষগহ্বরের আয়তন বৃদ্ধি প্রয়োজন। এটি প্রধানত দু'ধরনের চলনের উপর নির্ভরশীল, যেমন—

1. **মধ্যচ্ছদা পেশী সংকোচন** (Contraction of diaphragm muscles) : মধ্যচ্ছদার পেশী সংকুচিত হতে থাকলে মধ্যচ্ছদার ধনুকের মতো বাঁকা স্বাভাবিক আকৃতির পরিবর্তন ঘটে এবং সেটি নীচের দিকে নেমে এসে উদরমধ্যস্থ অঙ্গাদিকে চাপ দিয়ে নীচের দিকে ঠেলে পাঠায়। ফলে উদর গহ্বর স্ফীত হয় ও ফুসফুসের প্রসারণ ঘটে।

2. **নীচের পাঁজরগুলির ঊর্ধ্ব ও বহির্গমন** (Upward and outward raising of lower ribs) (চিত্র : 17.15 A) :



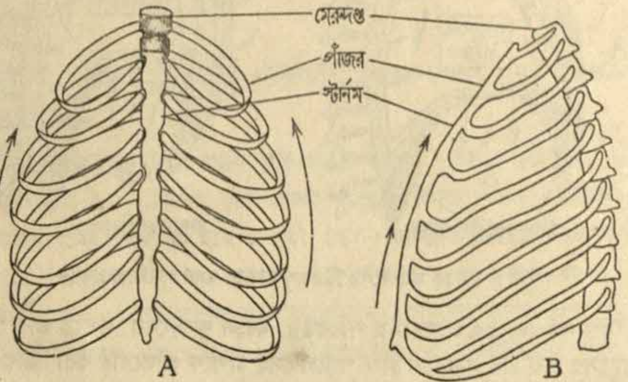
চিত্র : 17.14 পাঁজরে বিন্যস্ত পেশী

পাশাপাশি দুটি পাঁজরের মধ্যে তির্যকভাবে বিন্যস্ত (obliquely running) পেশীগুলির নাম বহিঃ ও অন্তঃ **আন্তর পঞ্জরাস্থিপেশী** (Intercostal muscles) (চিত্র : 17.14)। স্টার্নমের উভয়দিকে প্রতি জোড়া পাঁজরের মধ্যেই এই পেশী অবস্থান করে। এইসব পেশী সংকুচিত হলে নীচের দিকের পাঁজরগুলির ঊর্ধ্ব ও বহির্গমন (চিত্র : 17.13A ও 17.15) ঘটে।

উপরে উল্লিখিত দু'প্রকার চলনের ফলশ্রুতি হল বক্ষগহ্বরের আয়তন বৃদ্ধি।

বক্ষগহ্বরের আয়তন বৃদ্ধি হতে থাকলে স্বভাবতই ফুসফুসের আনুপাতিক প্রসারণ ঘটে [চিত্র : 17.13A(2)]। এইভাবে প্রসারিত হওয়ার ফলে ফুসফুসের বায়ুধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়, যার ফলে বায়ুমণ্ডলের চাপে বায়ু নাক ও শ্বাসনালী পথে ফুসফুসে প্রবেশ [চিত্র : 17.13A (3)] করে।

নিঃশ্বাস (Expiration) : নিঃশ্বাস অর্থাৎ ফুসফুস থেকে বায়ু নির্গমন [17.13B(3)] প্রক্রিয়াটি প্রধানত মধ্যচ্ছদা-পেশী ও পাঁজরের স্বস্থানে প্রত্যাবর্তনের উপর নির্ভরশীল। নিজস্ব ওজনের ভারে একদিকে যেমন পাঁজরগুলি নীচের দিকে নেমে আসতে থাকে (চিত্র : 17.15-এর বিপরীত প্রক্রিয়া), অন্যদিকে তেমনি উদরের পেশীর চাপে মধ্যচ্ছদার তলদেশে অবস্থিত



চিত্র : 17.15 শ্বসনের সময় পাঁজরের চলন (প্রশ্বাস) ; পাঁজরগুলির ঊর্ধ্ব ও বহির্গমনের ফলে বক্ষগহ্বরের আয়তন বৃদ্ধি পায় A-সম্মুখ দৃশ্য ; B-পার্শ্ব দৃশ্য

অঙ্গগুলি মধ্যচ্ছদার পেশীর প্রসারণ ঘটিয়ে (চিত্র : 17.15B) তাকে উপরের দিকে ঠেলে পাঠিয়ে তার নিজস্ব ধনুকাকৃতি লাভ করতে সাহায্য করে। এইভাবে পাঁজর ও মধ্যচ্ছদার চলনের ফলে এবং নিজস্ব সংকোচনপ্রসারণশীল ধর্মের জন্য ফুসফুস তার নিজস্ব স্বাভাবিক আয়তন লাভ করে। এতে প্রশ্বাসের সময় ফুসফুসের আয়তন যতটা বৃদ্ধি পেয়েছিল ঠিক ততটাই কমে আসে এবং আয়তন হ্রাসজনিত চাপে, কম অক্সিজেন ও বেশী কার্বন ডাই-অক্সাইড মিশ্রিত বায়ু ফুসফুস থেকে বেরিয়ে যায়।

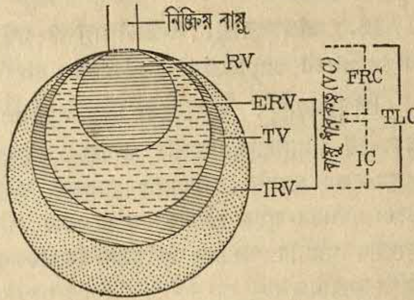
17.17. ফুসফুস-বায়ুর বিভাগ [Compartments of Lung air] (চিত্র : 17.16)

ফুসফুসে মোট বায়ুধারণ ক্ষমতা (Total Lung Capacity) : পূর্ণবয়স্ক ব্যক্তির ফুসফুসে বায়ুধারণ ক্ষমতা মোট [Total lung volume (TLV or TLC)] 15-6 লিটারের মতো। ফুসফুসের মোট বায়ুধারণ ক্ষমতাকে নিম্নলিখিত কয়েকটি বিভাগে ভাগ করা যায়।

1. **প্রবাহী বায়ুর পরিমাণ** (Tidal Volume or TV) : বিশ্রামকালে স্বাভাবিক নিঃশ্বাস বা প্রশ্বাসের সময় যে পরিমাণ বায়ু ত্যাগ বা গ্রহণ করা হয় তাকে **প্রবাহী বায়ু** বলে। পূর্ণবয়স্ক সুস্থ ব্যক্তির ক্ষেত্রে এর পরিমাণ 500 মিলিমিটার।

2. **প্রশ্বাস-বায়ু ধারণ ক্ষমতা** (Inspiratory Capacity or IC) : যথাসম্ভব জোরে প্রশ্বাস গ্রহণের ফলে যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুসে প্রবেশ করে তাকে প্রশ্বাস-বায়ু ধারণ ক্ষমতা বলে। এর পরিমাণ প্রায় 3·5 লিটার।

3. **প্রশ্বাসকার্যের অতিরিক্ত বায়ুর পরিমাণ** (Inspiratory Reserve Volume or IRV) : জোরে প্রশ্বাস গ্রহণ করে প্রবাহী বায়ুর পরিমাণের ঊর্ধ্বে যে অতিরিক্ত বায়ু ফুসফুসে গ্রহণ করা সম্ভব তাকে প্রশ্বাসকার্যের অতিরিক্ত বায়ু বলে। এর পরিমাণ প্রায় 2-3 লিটার।

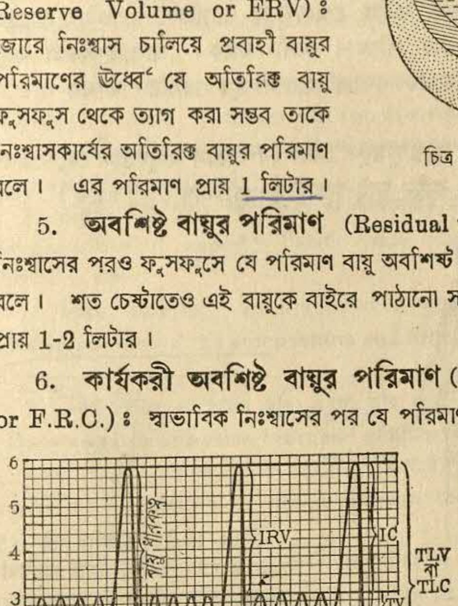


চিত্র : 17.16 ফুসফুস-বায়ুর বিভিন্ন বিভাগ ও নিষ্ক্রিয় বায়ুর অবস্থান

4. **নিঃশ্বাসকার্যের অতিরিক্ত বায়ুর পরিমাণ** (Expiratory Reserve Volume or ERV) : জোরে নিঃশ্বাস চালিয়ে প্রবাহী বায়ুর পরিমাণের ঊর্ধ্বে যে অতিরিক্ত বায়ু ফুসফুস থেকে ত্যাগ করা সম্ভব তাকে নিঃশ্বাসকার্যের অতিরিক্ত বায়ুর পরিমাণ বলে। এর পরিমাণ প্রায় 1 লিটার।

5. **অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ** (Residual volume or RV) : যথাসাধ্য জোরে নিঃশ্বাসের পরও ফুসফুসে যে পরিমাণ বায়ু অবশিষ্ট থাকে তাকে অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ বলে। শত চেষ্টাতেও এই বায়ুকে বাইরে পাঠানো সম্ভব হয় না। অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ প্রায় 1-2 লিটার।

6. **কার্যকরী অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ** (Functional Residual Volume or F.R.C.) : স্বাভাবিক নিঃশ্বাসের পর যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুসে অবশিষ্ট থাকে তাকে কার্যকরী অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ বলে। এর পরিমাণ 2·5—3·2 লিটার।



চিত্র : 17.17 লেখচিত্র বা স্পাইরোগ্রামের সাহায্যে ফুসফুস বায়ুর বিভাগ দেখানো হল

7. **বায়ু ধারকত্ব** (Vital Capacity) : গভীরতম প্রশ্বাসের পর যথাসাধ্য জোরে নিশ্বাস ত্যাগ দ্বারা (অর্থাৎ বলপূর্বক) যে পরিমাণ বায়ু ফুসফুস থেকে ঠেলে বাইরে পাঠানো যায় তাকে **ফুসফুসের বায়ু ধারকত্ব** বা **ভাইটাল ক্যাপাসিটি** বলে। এর স্বাভাবিক পরিমাণ পুরুষের ক্ষেত্রে প্রায় 4·8 লিটার স্ত্রীলোকের ক্ষেত্রে প্রায় 3·1 লিটার। লিঙ্গভেদ ছাড়াও ফুসফুসের বায়ুধারকত্ব বয়স, দেহাকৃতি, দেহভঙ্গি, দেহের উপরিতলের ক্ষেত্রফল—এমন কি বিভিন্নপ্রকার অসুস্থতার উপরেও নির্ভর করে। **স্পাইরোমিটার** (Spirometer) যন্ত্রের সাহায্যে ফুসফুসের বিভিন্ন অংশে বায়ুধারণ ক্ষমতা লেখচিত্র বা **স্পাইরোগ্রাম** (Spirogram)-এর সাহায্যে প্রকাশ করা যায় (চিত্র 17.17)।

প্রসঙ্গত উল্লেখ করা যায় যে, প্রশ্বাসকালে গৃহীত সমস্ত বায়ুই ফুসফুসে আসে না, ফুসফুসের বাইরে উপক্লোমশাখা (bronchiole), শ্বাসনালী (Trachea), নাসাগলবিল (nasopharynx) প্রভৃতি

শ্বাসযন্ত্রের অন্যান্য অংশে কিছু পরিমাণ আবদ্ধ থাকে। এইসব স্থানে বায়ুস্থলী ও রক্তজালক না থাকায় এই বায়ু গ্যাসীয় বিনিময়ে মোটেই অংশগ্রহণ করে না,—নিষ্ক্রিয় থেকে যায়। এই বায়ুকে **নিষ্ক্রিয় বায়ু*** (Dead space air) বলা হয়। স্বাভাবিক অবস্থায় নিষ্ক্রিয় বায়ুর পরিমাণ প্রায় 140 মিলিলিটার।

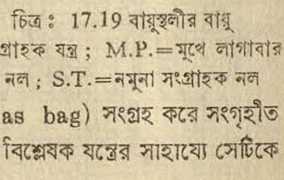
17.18. প্রশ্বাসবায়ু, নিঃশ্বাসবায়ু ও বায়ুস্থলীর বায়ুর উপাদান [Composition of inspired, expired and alveolar air]

প্রশ্বাসবায়ু: শ্বাসগ্রহণের সময় বায়ুমণ্ডল থেকে গৃহীত বাতাসকে **প্রশ্বাসবায়ু** বলে। স্বভাবতই প্রশ্বাসবায়ুর গ্যাসীয় উপাদান বায়ুমণ্ডলের গ্যাসীয় উপাদানের অনুরূপ। সুতরাং বায়ুমণ্ডলের গ্যাসীয় উপাদানের তারতম্য ঘটলে প্রশ্বাসবায়ুর গ্যাসীয় উপাদানেরও তারতম্য ঘটে। প্রশ্বাসবায়ুতে প্রধানত অক্সিজেনের পরিমাণ বেশী থাকে। শ্বাসগ্রহণকালে বায়ুমণ্ডলের গ্যাসীয় পদার্থের পরিমাণ বিশ্লেষণ করলেই প্রশ্বাসবায়ুর গ্যাসীয় পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

নিঃশ্বাস বায়ু: শ্বাস ত্যাগের সময় ফুসফুস থেকে যে বাতাস বায়ুমণ্ডলে মেশে তাকে **নিঃশ্বাস বায়ু** বলে। নিঃশ্বাস বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বেশী থাকে। কোন



চিত্র : 17.18 ডগলাস ব্যাগ ও নিঃশ্বাস বায়ু সংগ্রহ পদ্ধতি



চিত্র : 17.19 বায়ুস্থলীর বায়ু সংগ্রাহক যন্ত্র ; M.P.=মুখে লাগাবার নল ; S.T.=নমুনা সংগ্রাহক নল

একক সময়ে নিঃশ্বাস বায়ু **ডগলাস ব্যাগে** (Douglas bag) সংগ্রহ করে সংগৃহীত বাতাস পাশের নল দিয়ে বার করে এনে হ্যালডেনের গ্যাস বিশ্লেষক যন্ত্রের সাহায্যে সেটিকে বিশ্লেষণ করা হয়।

বায়ুস্থলীর বায়ু: বায়ুস্থলীর বায়ু বলতে ফুসফুসের বায়ুস্থলীর বায়ুকেই কেবল বোঝায় না; ফুসফুসের গভীরতম প্রদেশে অবস্থিত যে বাতাস বায়ুর ও রক্তের মধ্যে গ্যাসীয় পদার্থ আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয় তাকেই **বায়ুস্থলীর বায়ু** বলে। বিশ্রামরত অবস্থায় উল্লিখিত তিনপ্রকার বায়ুর উপাদান নিম্নরূপ:

উপাদান	প্রশ্বাস বায়ু	নিঃশ্বাস বায়ু	বায়ুস্থলীর বায়ু
অক্সিজেন	20·95%	16·4%	14·2%
কার্বন ডাই-অক্সাইড	0·04%	4·0%	5·5%
নাইট্রোজেন	79·02%	79·6%	80·3%

* নিষ্ক্রিয় বায়ুকে তাই ফুসফুস-বায়ুর বিভাগের অন্তর্ভুক্ত করা চলে না।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type questions.]

1. রক্ত কাকে বলে? রক্তের বিভিন্ন উপাদান সমূহের বর্ণনা দাও। [What is blood? Give an account of different constituents of blood.] [উঃ 17.2 ও 17.3 দেখ]

2. মানুষের দেহে কত রকমের রক্তকণিকা আছে? এদের সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [How many types of blood corpuscles are there in blood? Give a brief account of them.] [উঃ। 17.3, 17.4 ও 17.6 দেখ]

3. চিত্রসহ লোহিত রক্তকণিকার গঠন ও কাজের বিবরণ দাও। [Give an account of the structure of red blood corpuscles or erythrocytes and their functions.] [উঃ 17.4(A) দেখ]

4. লোহিত রক্তকণিকা ও শ্বেতরক্ত কণিকার মধ্যে কিভাবে পার্থক্য করবে? শ্বেতরক্তকণিকা কতরকমের ও কি কি? [How would you distinguish between red blood corpuscles and white blood corpuscles? How many types of white blood corpuscles are there and what are they?] [উঃ। 17.5 ও 17.4 (B) দেখ]

5. রক্তের কাজ কি? অণুচক্রিকা বা থ্রম্বোসাইট সম্বন্ধে যা জান সংক্ষেপে বল। [What are the functions of blood? Briefly state what you know about platelets or thrombocytes.] [উঃ। 17.7 ও 17.6 দেখ]

6. লসিকা কাকে বলে? লসিকার উপাদান ও কাজের বিবরণ দাও। [What is lymph? Give an account of the composition and functions of lymph.] [উঃ। 17.8, 17.9 ও 17.10 দেখ]

7. একটি মানব হৃৎপিণ্ডের ছবি এঁকে তার মধ্যে দিয়ে কিভাবে রক্ত সঞ্চালিত হয় বুঝিয়ে বল। [Draw a sketch of human heart and explain how blood circulates through it.]

অথবা, চিত্রের সাহায্যে মানুষের হৃৎপিণ্ডের মধ্যে রক্ত সঞ্চালন পথ বর্ণনা কর। [Describe the course of circulation of blood through the human heart with the help of a diagram.] [উঃ। 17.11 দেখ]

8. হৃৎ-উৎপাদ কাকে বলে? হৃৎ-উৎপাদ কিভাবে নির্ণয় করা হয়? [What is cardiac output? How is it determined?] [উঃ। 17.13 দেখ]

9. বাহ্যিক শ্বসন ও অভ্যন্তরীণ শ্বসন বলতে কি বোঝ সে সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা কর। [Discuss in detail what you know about internal and external respiration.] [উঃ। 17.14 দেখ]

10. নিঃশ্বাস-প্রশ্বাস সম্পর্কিত চলন বলতে কি বোঝ? নিঃশ্বাস-প্রশ্বাস সম্পর্কিত চলন প্রক্রিয়ার সচিত্র বর্ণনা দাও। [What do you understand by the respiratory movements? Give a detailed account of the mechanism of inspiratory and expiratory movements with sketches.] [উঃ। 17.16 দেখ]

11. ফুসফুসের বায়ু বিভাগ বলতে কি বোঝায়? রেখাচিত্র যোগে ফুসফুসে বায়ু বিভাগের বর্ণনা দাও। [What is meant by compartment of lung air? Give an account of the different compartments of lung air with the help of a graph.] [উঃ। 17.17 দেখ]

12. প্রশ্বাস বায়ু, নিঃশ্বাস বায়ু ও বায়ুস্থলীর বায়ুর উপাদানের বর্ণনা দাও। বিভিন্ন স্থলে বায়ুর উপাদানের তারতম্য ঘটে কেন? [Give an account of the composition of inspiratory, expiratory and alveolar air. Why do composition vary in different regions?] [উঃ। 17.18 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

13. মানুষের শরীরে রক্তের কাজ কি কি? [What are the functions of blood in the human body ?] [H.S. 1979] [উঃ। 17.7 দেখ]

14. মানুষের শরীরে লসিকার কাজ কি কি? [What are the functions of lymph in the human body ?] [H.S. 1979] [উঃ। 17.10 দেখ]

15. রক্তরস, সিরম ও লসিকার মধ্যে পার্থক্য কি? [What are the differences among plasma, serum and lymph ?] [H.S. 1978] [উঃ। 17.2 ও 17.8 দেখ]

16. বহিঃশ্বসন ও অন্তঃশ্বসন বলতে কি বোঝ? [What do you mean by external and internal respiration ?] [H.S 1978] [উঃ। 17.14 দেখ]

17. রক্তের প্রধান প্রধান উপাদানগুলির নাম কর। [Name the main constituents of blood.] [উঃ। 17.3 দেখ]

18. লসিকার প্রধান প্রধান উপাদানগুলির নাম কর। [Name the main constituents of lymph.] [উঃ। 17.9 দেখ]

19. লোহিত রক্তকণিকার কাজ কি কি? [What are the functions of red blood corpuscles ?] [উঃ। 17.4(A) vii দেখ]

20. শ্বেতরক্তকণিকার কাজ কি কি? [What are the functions of white blood corpuscles ?] [উঃ। 17.4(B) ix দেখ]

21. লোহিত রক্তকণিকা ও শ্বেত রক্তকণিকার মধ্যে পার্থক্য কর। [Distinguish between R.B.C. and W.B.C.] [উঃ। 17.5 দেখ]

22. অণুচক্রিকা বা থ্রম্বোসাইটের কাজ কি কি? [What are the functions of platelets or thrombocytes ?] [উঃ। 17.6 vii দেখ]

23. হৃৎপিণ্ডের বিশেষ কলা ও তার সঙ্গে হৃৎপিণ্ডে উদ্দীপনা প্রবাহের সম্বন্ধ আলোচনা কর। [Discuss about the specialised cardiac tissues and their relation with cardiac impulse.] [উঃ। 17.12 দেখ]

24. হৃৎ-উৎপাদ বলতে কি বোঝ বুঝিয়ে বল। [Explain what you know about cardiac output.] [উঃ। 17.13 দেখ]

25. ফিকের হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয় পদ্ধতিটি কি? [What is the Fick's method of determination of cardiac output ?] [উঃ। 17.13 (i) দেখ]

26. হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণকারী শর্তগুলি কি কি? [What are the factors that influence cardiac output ?] [উঃ। 17.13 (ii) দেখ]

27. হৃৎ-উৎপাদ নিয়ন্ত্রণ কিভাবে সম্ভব? [How can the cardiac output be controlled ?] [উঃ। 17.13 (iii) দেখ]

28. ফুসফুসের বায়ুর বিভাগগুলির নাম কর। [Name the compartment of lung-air ? [উঃ। 17.17 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

29. রক্তের জৈব উপাদানগুলির নাম কর। [Name the organic matters of blood.] [উঃ। 17.3 দেখ]

30. শ্বেত রক্তকণিকা কয় প্রকার? তাদের নাম কর। [What are the types of W.B.C. ? [উঃ। 17.4(B) দেখ]

31. শ্বেত রক্তকণিকা কোথায় উৎপন্ন হয়? [What is the site of origin of white blood corpuscles ?] [উঃ। 17.4(B) (vii) দেখ]

32. লোহিত রক্তকণিকা কোথায় উৎপন্ন হয়? [What is the site of origin of red blood corpuscles ?] [উঃ। 17.4(A) (v) দেখ]

33. পারকিনজি তন্তু বলতে কি বোঝ? [What do you understand by the fibres of Purkinje ?] [উঃ। 17.12 দেখ]

34. A—V পর্ব ও S—A পর্ব বলতে কি বোঝায়? [What are meant by A—V node and S—A node ?] [উঃ। 17.12 দেখ]

35. হৃৎ-উৎপাদ নির্ণয়ের সূত্র লেখ। [Write the formula for determining cardiac output.] [উঃ। 17.13 (i) দেখ]

36. মধ্যচ্ছদার সঙ্গে শ্বসনের সম্পর্ক কি? [What is the relation between the diaphragm and respiration ?] [উঃ। 17.16 (1) দেখ]

37. পাঁজরের যে পেশীগুলি শ্বসনে সাহায্য করে তাদের নাম কর। [Name the muscles of rib that help in respiration.] [উঃ। 17.16 (2) দেখ]

38. প্রবাহী বায়ু বলতে কি বোঝ? [What do you mean by tidal volume ?]
[উঃ। 17.17, 1 দেখ]

39. বায়ু ধারকত্ব কথাটির অর্থ কি? [What is meant by vital capacity ?]
[উঃ। 17.17.7 দেখ]

40. নিঃশ্বাসবায়ু কিভাবে সংগ্রহ ও তার বিশ্লেষণ করা যায়? [How is expired air collected and analysed ?] [উঃ। 17.18 দেখ]

41. প্রশ্বাস ও নিঃশ্বাসবায়ুর অক্সিজেনের পরিমাণ কত? [What are the volumes of O_2 in inspired and expired air ?] [উঃ। 17.18 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টি নির্বাচন ভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions.]

42. বন্ধনীর মধ্যে প্রদত্ত কোনো একটি উত্তরের সাহায্যে নিম্নলিখিত বাক্যগুলির শূন্যস্থান পূর্ণ কর। [Fill in the blanks with answers given in parenthesis of the following sentences.]

(a) মানুষের রক্তচাপ যে যন্ত্রের সাহায্যে মাপা হয় তাকে — বলে। (হেমোমিটার/স্ফিগমোগ্রাফ/স্ফিগমোম্যানোমিটার/হিমোসাইটোমিটার)। [H.S. 1979]

(b) সাধারণ যুবকের স্বাভাবিক রক্তে গড়ে প্রতি 100 মিলিমিটার — গ্রাম হিমোগ্লোবিন থাকে। (45/1·4/4·5/14)। [H.S. 1979]

(c) এক্সটারনাল ইন্টারকস্ট্যাল পেশী সংকোচন প্রধানতঃ — ঘটায়। (প্রশ্বাস/নিঃশ্বাস/কাশি/হাঁচি)। [H.S. 1979]

(d) মানুষের বায়ুস্থলীর বাতাসে — % কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে। (0·03/3·0/5·0/0·05)। [H.S. 1979]

(e) যে পরিমাণ বায়ু সজোরে শ্বাস গ্রহণ করে আবার সজোরে পরিত্যাগ করা হয় তাকে — বলে। (টাইডাল ভলুম/রেসিডুয়াল ভলুম/ভাইটাল ক্যাপাসিটি)। [H.S. 1978]

(f) সিরমের তঞ্চনক্ষমতা নেই কারণ এতে — থাকে না। (হেপারিন/ফাইব্রিনোজেন/গ্লাইকোজেন/অ্যালবুমেন)।

(g) লোহিত রক্ত কণিকার আয়ু — দিন। (70/90/120/100)।

(h) লোহিত রক্ত কণিকা — ও — উৎপন্ন হয়। (লিম্ফগ্রন্থি/যকৃৎ ও প্লীহা/মাংসপেশীতে)।

(i) রক্তে লোহিতকণিকার সংখ্যা বেশী হলে সেই অবস্থাকে — বলে। (পলিসাইথিমিয়া/অ্যানিমিয়া/লিউকেমিয়া)।

(j) রক্তে গ্রানুলোসাইটের সংখ্যা কমে গেলে সেই অবস্থাকে — বলে। (গ্রানুলোসাইটোসিস/গ্রানুলোসাইটোপিনিয়া/আগ্রানুলোসাইটোসিস)।

(k) মানব হৃৎপিণ্ডে —পর্বকে পেসমেকার বলে। (A—V/S—A)।

(l) প্রতি — থেকে প্রতি সঙ্কোচনে বাইরে পাঠানো রক্তের পরিমাণকে হৃৎ-উৎপাদ বলে। (নিলয়/অলিন্দ)।

(m) প্রতি সংকোচনের সময় প্রতিটি নিলয় থেকে যে পরিমাণ রক্ত বাইরে যায় তাকে — বলে। (মিনিট পরিমাণ/ঘাত পরিমাণ)।

(n) শ্বসন উপযোগী ক্লোমশাখা ও তার স্ফীত উপবর্ধিত অংশকে — বলে। (ফুসফুস একক/শ্বসন একক/শ্বাসনালী একক)।

(o) ফুসফুসের গভীরতম প্রদেশে অবস্থিত যে বাতাস বায়ুর ও রক্তের মধ্যে গ্যাসীয় পদার্থ আদান-প্রদানের জন্যে ব্যবহৃত হয় তাকে — বলে। (নিঃশ্বাস বায়ু/ প্রশ্বাস বায়ু/বায়ুস্থলীর বায়ু)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

43. সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ [Write short notes on] ঃ

(1) সিরম (Serum); (2) প্লাজমা (Plasma); (3) পইকিলোসাইট (Poikilocyte); (4) বিলিরুবিন (Bilirubin); (5) গ্রানুলোসাইট (Granulocyte); (6) নিউট্রোফিল (Neutrophil); (7) বেসোফিল (Basophyll); (8) লিম্ফোসাইট (Lymphocyte); (9) ফ্যাগোসাইটোসিস (Phagocytosis); (10) পেসমেকার (Pacemaker); (11) থ্রম্বোসাইট (Thrombocyte); (12) লিম্ফ (Lymph); (13) দুগ্ধবাহ (Lacteal); (14) হৃৎস্পন্দন (Heart beat); (15) সমমাপ সংকোচন কাল (Isometric systole period); (16) হিসের বাণ্ডিল (Bundle of His); (17) পারকিনজি তন্তু (Purkinje fibre); (18) হৃৎ-উৎপাদ (Cardiac output); (19) হৃৎ-সংকেত (Cardiac index); (20) অক্সিহিমোগ্লোবিন (Oxyhaemoglobin); (21) ভাইটাল ক্যাপাসিটি (Vital capacity); (22) প্রবাহী বায়ুর পরিমাণ (Tidal volume or TV.); (23) প্রশ্বাসবায়ু ধারণ ক্ষমতা (Inspiratory capacity or I.C.); (24) অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ (Residual volume or R. V.); স্পাইরোমিটার (Spirometer); (26) নিষ্ক্রিয় বায়ু (Dead space); (27) বায়ুস্থলীর বায়ু (Alveolar air); (28) ডগলাস ব্যাগ (Douglas bag)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

18 ॥ নার্ভীয় শারীরবিদ্যা ও নার্ভ-এণ্ডোক্রিনঘটিত দৈহিক নিয়ন্ত্রণ ॥

Syllabus : General classification of receptors. Structure of neurone, synapse and motor end plate. Reflex action. Central, Peripheral and Autonomic nervous system.

18.1. সূচনা [Introduction]

জীবকে নানা রকমের শারীরবৃত্তীয় কাজ করতে হয়। শারীরবৃত্তীয় কাজ শুধু দেহের ভিতরেই সীমাবদ্ধ নয়, ভিতর বাহির উভয় পরিবেশের পরিবর্তনের সঙ্গে আছে তার ঘনিষ্ঠ যোগাযোগ। দেহের ভিতরের বা বাহিরের পরিবেশে কি কি পরিবর্তন ঘটছে তা নির্ধারণ করা ও সেই সব পরিবর্তনে সঠিকভাবে সাড়া দেওয়ার (response) নির্দেশ পাঠানোই নার্ভতন্ত্রের প্রধান উদ্দেশ্য। নার্ভতন্ত্র অত্যন্ত দক্ষতা ও ক্ষিপ্রতার সঙ্গে এ কাজটি সম্পন্ন করে। কিভাবে কাজটি সম্পন্ন হয় তার পুঙ্খানুপুঙ্খ আলোচনাই **নার্ভীয় শারীরবিদ্যার** (Neurophysiology) আলোচ্য বিষয়।

প্রসঙ্গত উল্লেখ করা যেতে পারে যে, দেহাভ্যন্তরে সাম্যাবস্থা বজায় রাখতে শারীরবৃত্তীয় কার্যাবলীর নিয়ন্ত্রণ ও তাদের সমন্বয় সাধনের বুনিয়াদ গড়ে তুলতে এণ্ডোক্রিন গ্রন্থিগুলি হল নার্ভতন্ত্রের বিশ্বস্ত সহযোগী। নার্ভতন্ত্র ও এণ্ডোক্রিনতন্ত্র সম্মিলিতভাবে **নার্ভ এণ্ডোক্রিন সংগঠন** (Neuro-endocrine axis) গড়ে তোলে—যা দেহের বিভিন্ন প্রকার কোষের ক্রিয়াকলাপকে সব সময় তদারকী করে। একেই বলে **নার্ভ এণ্ডোক্রিনঘটিত দৈহিক নিয়ন্ত্রণ** (Neuro-endocrinal control of body)।

যাইহোক, নার্ভতন্ত্র যথেষ্ট দক্ষতা ও ক্ষিপ্রতার সঙ্গে তার দায়িত্ব পালন করলেও এণ্ডোক্রিন গ্রন্থিগুলির সক্রিয়তা তুলনামূলকভাবে মন্থর। সুবিন্যস্ত নার্ভযোগাযোগের মাধ্যমে আবেগ (impulse) যেখানে দেহের একপ্রান্ত থেকে সুদূরতম প্রান্তে সেকেণ্ডের সূক্ষ্ম ভগ্নাংশেরও কম সময়ে পৌঁছাতে পারে, সেখানে এণ্ডোক্রিন গ্রন্থি-নিঃসৃত রাসায়নিক পদার্থ দেহরস ও রক্তস্রোতের মাধ্যমে পৌঁছাতে সময় নেয় অন্তত কয়েক সেকেণ্ড বা কয়েক মিনিট।

18.2. গ্রাহক বা রিসেপটরের সাধারণ শ্রেণীবিভাগ [General classification of receptors]

দেহের বাহিরের বা ভিতরের পরিবেশে যে কোন পরিবর্তনই ঘটুক না কেন নার্ভতন্ত্রের দৌলতে তা আমরা তৎক্ষণাৎ টের পাই। কারণ দেহের ভিতরে বা বাহিরে সর্বত্র ছড়িয়ে আছে অসংখ্য ছোট-বড় সংজ্ঞাবহ নার্ভ (Sensory nerve)—যেগুলি নার্ভতন্তুতে (nerve fibre) শেষ হয়। সংজ্ঞাবহ নার্ভতন্তুর প্রান্তগুলি (nerve endings) বিশেষভাবে গঠিত জ্ঞানেন্দ্রিয়ে (sense organs) শেষ হয়। সেখান থেকে উদ্দীপনা বা অনুভূতি গ্রহণ ক'রে এইসব নার্ভপ্রান্ত সংজ্ঞাবহ নার্ভ পথে সেই অনুভূতিকে কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রে পাঠিয়ে

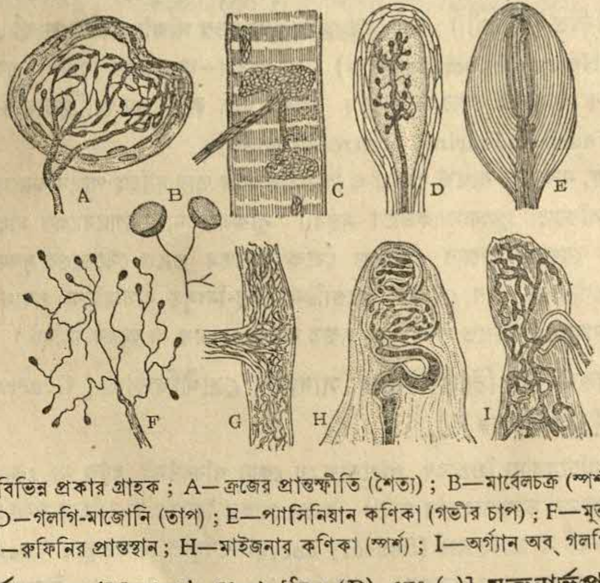
দেয়, যাতে অনুভূতির যথোচিত বিশ্লেষণের পর ইতিকর্তব্য নির্ধারণের নির্দেশ সেখান থেকেই আসতে পারে।

সুতরাং **বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ পরিবেশের সামান্যতম পরিবর্তনের ফলে সংজ্ঞাবহ নার্ভতন্তুর যে সব মুক্তপ্রান্ত উদ্দীপ্ত হয় এবং কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের তরফ থেকে সেই উদ্দীপনা বা অনুভূতিকে গ্রহণ ক'রে তাদের গ্রাহক বা রিসেপটর (Receptor) বলে।** বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ পরিবেশ সম্পর্কে খবরাখবর গ্রহণের জন্য বিভিন্ন ধরনের গ্রাহক দেহের বিভিন্ন স্থানে ছড়িয়ে থাকে। এইসব গ্রাহককে প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যেমন, (1) **সাধারণ সংজ্ঞাবহ গ্রাহক** (General sensory receptors) ও (2) **বিশেষ সংজ্ঞাবহ গ্রাহক** (Special sensory receptors)।

সাধারণ সংজ্ঞাবহ গ্রাহক

A. **ত্বকীয় গ্রাহক** (Cutaneous receptors)ঃ এইসব গ্রাহক দেহত্বকে থাকে এবং সেখান থেকে **স্পর্শ, চাপ, তাপ, শৈত্য, বেদনা** প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার অনুভূতি গ্রহণ করে। এইসব বিশেষ বিশেষ অনুভূতি গ্রহণের জন্য গ্রাহকও স্বভাবতই বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। যেমন—

1. **স্পর্শানুভূতি গ্রাহক** (Touch receptor)ঃ স্পর্শানুভূতির জন্য যে সব গ্রাহক থাকে তাদের মধ্যে (a) **মাইজনার কণিকা** (Meissner's corpuscles) (চিত্র H)



চিত্র ঃ 18.1 বিভিন্ন প্রকার গ্রাহক ; A—ক্রজের প্রান্তস্ফীতি (শৈত্য) ; B—মার্বেলচক্র (স্পর্শ) ; C—পেশী স্পিণ্ডল ; D—গলগি-মাজোনি (তাপ) ; E—প্যাসিনিয়ান কণিকা (গভীর চাপ) ; F—মুক্ত নার্ভপ্রান্ত ; G—রুফিনির প্রান্তস্থান ; H—মাইজনার কণিকা (স্পর্শ) ; I—অর্গ্যান অব্ গলগি

(b) **মার্কেল চক্র** (Markel's disc) [চিত্র (B) এবং (c)] **মুক্তনার্ভপ্রান্ত** (Free nerve endings) (চিত্র F) অন্যতম। প্রথমটি হাত ও পায়ের ত্বকে, দ্বিতীয়টি আঙ্গুলের প্রান্তে, ঠোঁটে, মুখে এবং শেষেরটি দেহত্বকের লোমের গোড়াকে ঘিরে থাকে।

2. **চাপানুভূতি গ্রাহক** (Pressure receptors) : চাপানুভূতির গ্রাহক হল **প্যাসিনিয়ান কণিকা** (Pacinian corpuscles)। দেহত্বক—বিশেষ করে হাত ও পায়ের অন্তস্ত্বকে এবং টেনডন, সন্ধি, এমন কি মধ্যচ্ছদার মতো আন্তরযন্ত্রেও এরা ছড়িয়ে থাকে। এটিকে দেখতে গাছের পাতার মতো (চিত্র : E)।

3 **তাপানুভূতি গ্রাহক** (Heat receptors) : পারিপার্শ্বিক উত্তাপ ও আবহ উষ্ণতা সম্পর্কে **গলগি-মাজোনি প্রান্তস্থান** (End organs of Golgi-Mazzoni) (চিত্র : I) ও **রুফিনি প্রান্তস্থান** (End organs of Ruffini) (চিত্র : G) নামে গ্রাহকগুলি প্রাণীকে সচেতন করে তোলে। উভয় প্রকার গ্রাহকই প্রধানত হাতের আঙ্গুলের ত্বকে ছড়িয়ে থাকে।

4. **শৈত্যানুভূতি গ্রাহক** (Cold receptors) : **ক্রজের প্রান্তস্ফীতিগুলি** (End bulbs of Krause) (চিত্র : A) শৈত্যানুভূতি গ্রহণ করে। এগুলি ঠোঁট, জিব, চোখের কনজাংটিভা, যৌনাঙ্গ প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে ছড়িয়ে থাকে এবং এগুলি গ্রাহকের ভিতরে বাসকেট বলের আকারে নার্ভজাল রচনা করে :

5. **বেদনানুভূতি গ্রাহক** (Pain receptors) : বেদনা অর্থাৎ শারীরিক যন্ত্রণার অনুভূতি গ্রহণ করে **মুক্ত নার্ভপ্রান্ত সমূহ** (Free nerve endings) (চিত্র : F)।

B. **দেহের গভীরতম প্রদেশস্থ গ্রাহক** (Deep receptors) : এইসব গ্রাহক পেশী, টেনডন ও সন্ধিস্থল প্রভৃতি দেহের গভীরতম প্রদেশ থেকে অনুভূতি গ্রহণ করে। এদের মধ্যে অন্যতম হল **টান গ্রাহক** (Proprioceptors)। পেশীমধ্যস্থ **পেশী স্পিণ্ডল** (Muscle spindle) (চিত্র : C) ও টেনডন মধ্যস্থ **গলগি টেনডন যন্ত্র** (Golgi tendon organ) উল্লেখযোগ্য টান গ্রাহক। এছাড়া দেহের গভীরতম প্রদেশে বিন্যস্ত **প্যাসিনিয়ান কণিকা**ও টান গ্রাহকের কাজ করে।

C. **আন্তর যন্ত্রীয় গ্রাহক** (Visceral receptors) : এগুলি স্বতঃক্রিয় (Autonomic) নার্ভতন্ত্রের সঙ্গে সম্পর্কিত। অন্ত্র, মূত্রাশয়, গর্ভিনী, পিত্তথলি প্রভৃতি ফাঁপা আন্তরযন্ত্রের যন্ত্রণা বা আক্ষেপানুভূতি প্রধানত **মুক্ত নার্ভপ্রান্ত** (Free nerve endings) দ্বারা গৃহীত হয়। এ ছাড়া ক্ষুধা, অবসাদ, বমিভাব বা যে কোন অভ্যন্তরীণ অস্বাচ্ছন্দের অনুভূতি বিভিন্ন প্রকার গ্রাহক দ্বারা গৃহীত হয়। এগুলি হল :—

1. **যন্ত্রণা গ্রাহক** (Pain receptors) : প্রায় প্রতিটি আন্তরযন্ত্রে বর্তমান।

2. **চাপ গ্রাহক** (Pressure receptors or Baroreceptors) : অ্যাওর্টা, ক্যারোটিড সাইনস, হৃৎপিণ্ড প্রভৃতি স্থানে বর্তমান।

3. **প্রসারণ গ্রাহক** (Stretch receptors) : প্রসারণে উদ্দীপ্ত হওয়ার উপযোগী এই গ্রাহকগুলি ফুসফুসের প্রাকারে ও ফাঁপা আন্তরযন্ত্রে বর্তমান।

4. **আস্রাবন গ্রাহক** (Osmoreceptors) : এইসব গ্রাহক মস্তিষ্কের হাইপোথ্যালামাস ও মেডালায় থাকে। **ভারনে** (Verney)-র মতে হাইপোথ্যালামিকো-পিটুইটারী নার্ভপথকে প্রভাবিত করে ADH ক্ষরণে সাহায্য করে।

5. **তাপ গ্রাহক** (Thermoreceptors) : হাইপোথ্যালামাসে অবস্থিত এই গ্রাহকগুলি দেহের তাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

6. **রাসায়নিক গ্রাহক** (Chemoreceptors) : এরা রক্তের রাসায়নিক পরিবর্তনে উদ্দীপ্ত হয়। ক্যারটিড ও অ্যাওর্টিক বডিতে এদের প্রাচুর্য লক্ষ্য করা যায়।

বিশেষ সংজ্ঞাবহ গ্রাহক

বিশেষ সংজ্ঞাবহ গ্রাহককে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—A. **দূর গ্রাহক** (Telereceptors) ও B. **রাসায়নিক গ্রাহক** (Chemical receptors)।

A. **দূর গ্রাহক :** দূরবর্তী কোন উৎস থেকে অনুভূতি গ্রাহককে দূর গ্রাহক বলে। যেমন—

1. **দর্শন** (Vision) : চক্ষুর রেটিনাস্থ **রড্ ও কোণ** (Rod and cone) দূর থেকেই দর্শনের অনুভূতি জাগায়।

2. **শ্রবণ** (Hearing) : অন্তঃকর্ণের **অর্গ্যান অব্ কর্টি** (Organ of corti) শ্রবণের অনুভূতি গ্রহণ করে।

B. **রাসায়নিক গ্রাহক :** যেমন—

1. **স্বাদ** (Taste) : জিবে বিন্যস্ত **স্বাদকোরক** (Taste buds) স্বাদের অনুভূতি গ্রহণ করে।

2. **ঘ্রাণ** (Smell) : নাকের **অলফ্যাকটরী কোষ** (Olfactory cells) ঘ্রাণের অনুভূতি গ্রহণ করে।

নীচে বিভিন্ন প্রকার গ্রাহকের ছক দেওয়া হল :—

গ্রাহক

- সাধারণ সংজ্ঞাবহ
  - ত্বকীয় গ্রাহক
    - 1. স্পর্শানুভূতি গ্রাহক (মাইজনার কণিকা, মার্কেল চক্র ও মুক্ত নার্ভপ্রান্ত)
    - 2. চাপানুভূতি গ্রাহক (প্যাসিনিয়ান কণিকা)
    - 3. তাপানুভূতি গ্রাহক (গলগি-মাজোনির ও রুফিনির প্রান্তস্থান)
    - 4. শৈত্যানুভূতি গ্রাহক (ক্রজের প্রান্তস্ফীতি)
    - বেদনানুভূতি গ্রাহক মুক্ত নার্ভপ্রান্ত)
  - দেহের গভীরতম প্রদেশস্থ গ্রাহক
    - টান গ্রাহক (পেশী স্পিণ্ডল গলগি টেনডনযন্ত্র)
  - আন্তর যন্ত্রীয় গ্রাহক
    - 1. যন্ত্রণা গ্রাহক
    - 2. চাপ গ্রাহক
    - 3. প্রসারণ গ্রাহক
    - 4. আস্রাবন গ্রাহক
    - 5. তাপ গ্রাহক
    - 6. রাসায়নিক গ্রাহক
- বিশেষ সংজ্ঞাবহ
  - দূরগ্রাহক
  - রাসায়নিক গ্রাহক

দূরগ্রাহক
- দর্শন (রড্ ও কোণ কোষ)
- শ্রবণ (অর্গান অব্ কর্টি)

রাসায়নিক গ্রাহক
- স্বাদ (স্বাদ কোরক)
- ঘ্রাণ (অলফ্যাকটরী কোষ)

18.3. নিউরনের গঠন [Structure of neurone]

সংজ্ঞা : সব রকমের প্রবর্ধকসহ (with all its processes) **একটি নার্ভকোষকে বা নার্ভতন্ত্রের গঠনগত ও কার্যকরী একককে নিউরন বলে।** এটি কোষদেহ ও প্রধানত দুটি প্রবর্ধক—**অ্যাক্সন** ও **ডেনড্রাইট** দ্বারা গঠিত। [বিস্তারিত গঠনের জন্যে প্রথম খণ্ড 5.16 দ্রষ্টব্য]।

নিউরনের শ্রেণীবিভাগ (Classification of neurone) :

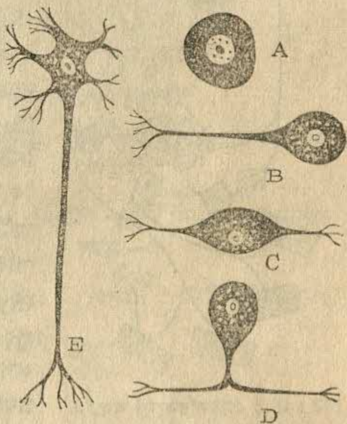
(a) **কোষদেহ থেকে উদ্গত প্রবর্ধকের সংখ্যা অনুযায়ী** নিউরনকে নিম্নলিখিত **পাঁচ** ভাগে ভাগ করা হয়, যথা—

1. **মেরুহীন** (Apolar) : যখন কোষদেহে কোন প্রবর্ধক থাকে না।

2. **একমেরু** (Unipolar) : যখন কোষদেহে কেবলমাত্র একটি প্রবর্ধক অর্থাৎ অ্যাক্সন থাকে। গঠনের প্রাথমিক অবস্থায় নিউরন একমেরু থাকে। পরিণত মানবদেহে সচরাচর একমেরু নিউরন দেখা যায় না।

3. **দ্বিমেরু** (Bipolar) : যখন মাকুর মতো দেখতে কোষদেহের এক প্রান্তে অ্যাক্সন ও বিপরীত প্রান্তে ডেনড্রাইট থাকে। রেটিনা, ককলিয়া প্রভৃতিতে দ্বিমেরু নিউরন দেখা যায়।

3. **ভ্রান্ত একমেরু** (Pseudounipolar) : এক মেরুর মতো দেখতে হলেও প্রকৃতপক্ষে দ্বিমেরু নিউরন থেকেই এদের সৃষ্টি হয়। বৃদ্ধির সময় উভয় প্রবর্ধক একদিকে সরে এসে পরস্পর জুড়ে একটি 'T' আকৃতির নিউরন সৃষ্টি করে। সমস্ত ক্রেনিয়াল নার্ভের (অষ্টম বাদে) গ্যাংলিয়া ও সুষুম্না গ্যাংলিয়ায় দেখা যায়।



চিত্র : 18.2 বিভিন্ন প্রকার নিউরন : A—মেরুহীন ; B—একমেরু ; C—দ্বিমেরু ; D—ভ্রান্ত একমেরু ; E—বহুমেরু

4. **বহুমেরু** (Multipolar) : অ্যাক্সনের সংখ্যা এক থাকলেও এক্ষেত্রে কোষদেহ থেকে বহু ডেনড্রাইট উদগত হয়। তাই, ডেনড্রাইটের সংখ্যার উপরে নিউরনটির আকৃতি নির্ভর করে। সেরেব্রাল কর্টেক্সের পারকিনজি কোষ ও মোটর কর্টেক্সের পিরামিডাকৃতি কোষ এর উদাহরণ।

(b) **কাজের ভিত্তিতে** নিউরনকে তিনভাগে ভাগ করা হয়, যথা—

1. **সংজ্ঞাবহ** বা **সেনসরী** (Sensory) : এরা গ্রাহক থেকে উদ্দীপনা বা আবেগকে কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রে বয়ে নিয়ে যায়। বাইরের দিক থেকে ভিতরের দিকে আবেগ পরিবাহিত হয় বলে এদের **অন্তর্মুখী** (Afferent) নিউরন বলা হয়।

2. **চেষ্টীয়** বা **মোটর** (Motor) : এরা কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র থেকে উদ্দীপনা বা আবেগকে দেহপ্রান্তের দিকে বয়ে নিয়ে যায়। ভিতরের দিক থেকে বাইরের দিকে আবেগ পরিবাহিত হয় বলে এদের **বহির্মুখী** (Efferent) নিউরন বলা হয়।

3. **অন্তবর্তী নিউরন** (Intermediate neurone) : এরা সংজ্ঞাবহ ও চেষ্টীয় নিউরনের মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে (চিত্র : 18.11)।

18.4. প্রান্তসন্নিকর্ষ বা সাইনাপস [Synapse]

নার্ভতন্ত্র অসংখ্য নার্ভকোষ বা নিউরনের সমন্বয়ে গঠিত। কিন্তু নিউরনগুলির মধ্যে কোন প্রত্যক্ষ প্রোটোপ্লাজমীয় যোগাযোগ থাকে না। একটি নিউরনের অ্যাক্সনপ্রান্ত অন্য নিউরনের ডেনড্রাইট প্রান্তের খুব কাছাকাছি অবস্থান করে, কেউ কাউকে স্পর্শ করে না (চিত্র : 18.3)। এইভাবে **যেখানে একটি নিউরন শেষ হয় এবং অপর নিউরন আরম্ভ হয়, অর্থাৎ দুটি নিউরনের সংযোগ-স্থলকে প্রান্তসন্নিকর্ষ বা সাইনাপস বলে।**



চিত্র : 18.3 প্রান্তসন্নিকর্ষের অবস্থান

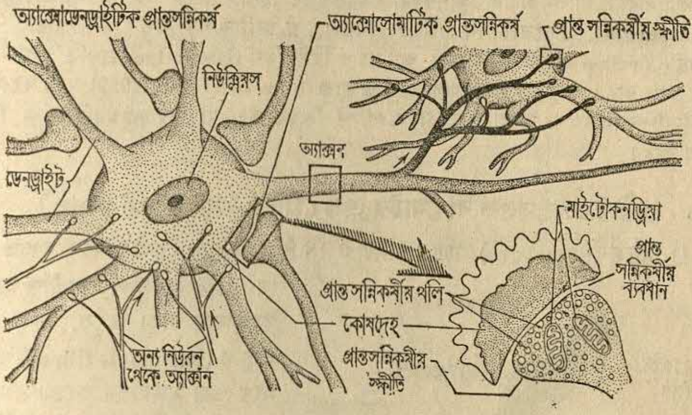
(1) **গঠন** (Structure) (চিত্র : 18.4 ও 18.5) : ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে অ্যাক্সনপ্রান্তগুলিকে বোতামের মতো স্ফীত দেখায়। একে **প্রান্তসন্নিকর্ষ স্ফীতি** (Synaptic knob) বলে। স্ফীতিগুলি পরবর্তী নিউরনের কোষদেহ (Soma) অথবা ডেনড্রাইট, এমন কি অন্য অ্যাক্সনের সান্নিধ্যে চলে আসে। প্রান্তসন্নিকর্ষ স্ফীতি এবং পরবর্তী নিউরনের অন্তর্বর্তী 200Å পরিমাণ ফাঁকা স্থানটিকে **প্রান্তসন্নিকর্ষীয় ব্যবধান** (Synaptic cleft) বলে। ব্যবধানের দুদিকে প্রায় 50Å পুরু দুটি পৃথক ঝিল্লীর একটি প্রান্তসন্নিকর্ষ স্ফীতিকে ও অপরটি ডেনড্রাইট প্রান্ত বা কোষদেহকে ঢেকে রাখে। প্রথমটিকে **প্রান্তসন্নিকর্ষ পূর্বঝিল্লী** (Presynaptic membrane) এবং দ্বিতীয়টিকে **প্রান্তসন্নিকর্ষোত্তর ঝিল্লি** (Post synaptic membrane) বলে। প্রান্ত-সন্নিকর্ষ স্ফীতির মধ্যে প্রচুর 200–600Å ব্যাসের **প্রান্ত-সন্নিকর্ষীয় থলি** (Synaptic vesicle) ও মাইটোকনড্রিয়া দেখা যায়। থলিগুলি প্রধানত **অ্যাসিটাইলকোলিন** (Acetylcholine of Ach) নামে রাসায়নিক প্রেরক পদার্থে (Chemical transmitter) পূর্ণ থাকে। প্রান্তসন্নিকর্ষের



চিত্র : 18.4 একটি প্রান্তসন্নিকর্ষকে ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে যেমন দেখায়

অ্যাক্সন প্রান্তে নার্ভস্পন্দন পৌঁছালে অ্যাসিটাইলকোলিন নিঃসৃত হয় এবং পরবর্তী নিউরনের

প্রান্তসন্নিকোষোত্তর ঝিল্লি ভেদ করে কোষদেহকে বা ডেনড্রাইটকে উত্তেজিত করে। **এইভাবে নার্ভস্পন্দন এক নিউরন থেকে অন্য নিউরনে প্রবাহিত হয়।**



চিত্র : 18.5 বিভিন্ন প্রকার প্রান্তসন্নিকর্ষের গঠন

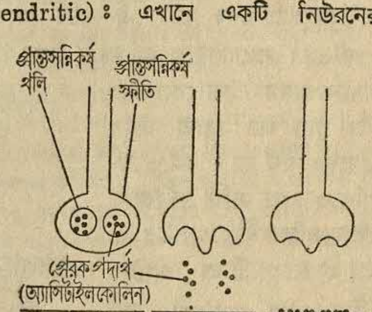
(2) **শ্রেণীবিভাগ** (Classification) : গঠনের দিক থেকে প্রান্তসন্নিকর্ষ তিন প্রকার (চিত্র : 18.5) :

(a) **অ্যাক্সো-সোমাটিক** (Axo-somatic) : এখানে একটি নিউরনের অ্যাক্সন অন্য একটি নিউরনের সোমা বা কোষদেহে শেষ হয়।

(b) **অ্যাক্সো-ডেনড্রাইটিক** (Axo-dendritic) : এখানে একটি নিউরনের অ্যাক্সন অপর নিউরনের ডেনড্রাইটের কাছে শেষ হয়।

(c) **অ্যাক্সো-অ্যাক্সোনিক** (Axo-axonic) : এখানে একটি নিউরনের অ্যাক্সন অন্য একটি নিউরনের অ্যাক্সনের সান্নিধ্যে আসে।

(3) **নার্ভপ্রবাহ (স্নায়ুপ্রবাহ) প্রেরণে প্রান্তসন্নিকর্ষের ভূমিকা** (Role of synapse in the transmission of nerve impulse) :



চিত্র : 18.6 নার্ভ প্রবাহ প্রেরণে প্রান্তসন্নিকর্ষের ভূমিকার চিত্ররূপ

প্রান্তসন্নিকর্ষপূর্ব ঝিল্লি ভেদ করে প্রান্তসন্নিকোষোত্তর ঝিল্লি মাধ্যমে যে প্রক্রিয়ায় এক নিউরন থেকে অন্য নিউরনে নার্ভস্পন্দন প্রেরিত হয় তাকে প্রান্তসন্নিকর্ষগত প্রেরণ ব্যবস্থা (mechanism of synaptic transmission) বলে (চিত্র : 18.6)।

নার্ভপ্রবাহ প্রান্তসন্নিকর্ষস্ফীতিতে পৌঁছালে প্রান্তসন্নিকর্ষ থলি থেকে **অ্যাসিটাইলকোলিন** নিঃসৃত হয়। ক্যালসিয়ম আয়ন (Ca^{++}) এই নিঃসরণ সহায়তা করে। অ্যাসিটাইলকোলিন প্রান্তসন্নিকর্ষ ব্যবধানে প্রবেশ ক'রে প্রান্তসন্নিকোষোত্তর ঝিল্লির ভেদ্যতা বাড়িয়ে দেয়। ফলে সোডিয়ম আয়ন (Na^+) ঝিল্লির মধ্যে প্রবেশ করে এবং পটাশিয়ম আয়ন (K^+) ঝিল্লির বাইরে চলে আসে—এইভাবে ঝিল্লির

বিষমবর্তন শুরু হয়। বিষমবর্তন সর্বোচ্চ মাত্রায় পৌঁছালে ক্রিয়াবিভবের উৎপত্তি হয়। এই ক্রিয়াবিভব অ্যাক্সন বরাবর বা কোষদেহ বরাবর প্রবাহিত হয়। প্রান্তসন্নিকর্ষের **একমুখী পরিবহণ ধর্মের** জন্য নার্ভপ্রবাহ কেবলমাত্র একদিকে অর্থাৎ এক নিউরনের অ্যাক্সন থেকে প্রান্তসন্নিকোষোত্তর নিউরনের দিকে প্রবাহিত হয়। অ্যাসিটাইলকোলিন প্রধান উদ্দীপকধর্মী প্রেরকপদার্থ হিসাবে কাজ করলেও **নর্‌অ্যাড্রিনালিন** (Noradrenaline), **সেরোটনিন** (Serotonine), **গ্লুটামিক অ্যাসিড** (Glutamic acid), গ্লাইসিন (Glycine) প্রভৃতি অ্যামাইনো অ্যাসিড ও **হিস্টামিন** (Histamine) প্রভৃতি প্রেরক পদার্থ হিসাবে কাজ করে। প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য **বার্ন ও রাণ্ড** (Burn and Rand, 1959) দাবী করেছেন যে নর্‌অ্যাড্রিনালিন নিঃসরণের আগে অ্যাসিটাইলকোলিন নিঃসৃত হয়, যা পরে নর্‌অ্যাড্রিনালিন নিঃসরণে সহায়তা করে।

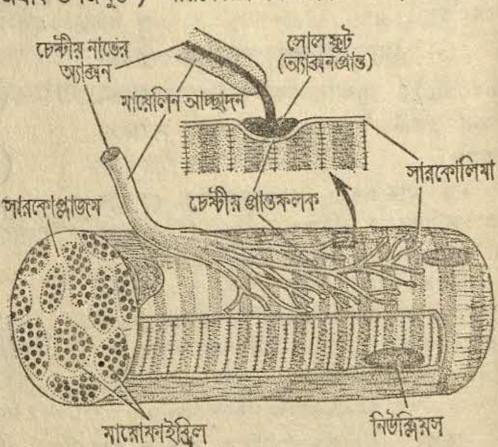
18.5. চেষ্টীয় প্রান্তফলক বা মোটর এণ্ড প্লেট [Motor end plate]

(1) **গঠন** (Structure) (চিত্র : 18.7 ও 18.8) : ঐচ্ছিক পেশীর দিকে আগত চেষ্টীয় বা মোটর নার্ভগুলি যথারীতি মায়েলিন আচ্ছাদনে ঢাকা থাকে, কিন্তু পেশী-তন্তুতে (in muscle fibres) প্রবেশের মুখে এরা মায়েলিন আচ্ছাদন হারায়। এরপর প্রতিটি নার্ভতন্তু ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে বহু নগ্ন নার্ভপ্রান্ত গঠন করে। এই নগ্ন নার্ভপ্রান্তগুলিকে **অ্যাক্সন প্রান্ত** বা **সোলফুট** (Axon terminal or Sole foot) বলে। অ্যাক্সন প্রান্ত বা সোলফুট বিশেষ ধরনের স্ফীতির কাছে শেষ হয়। ঐ স্ফীত অংশকেই **চেষ্টীয় প্রান্তফলক** বলে। সোলফুট পেশীতন্তুর সংযোগস্থলে কুঞ্চিত (অর্থাৎ ভাঁজযুক্ত) সারকোলিমার মধ্যে অবস্থান করে।



চিত্র : 18.7 দীর্ঘচ্ছেদে চেষ্টীয় প্রান্তফলক

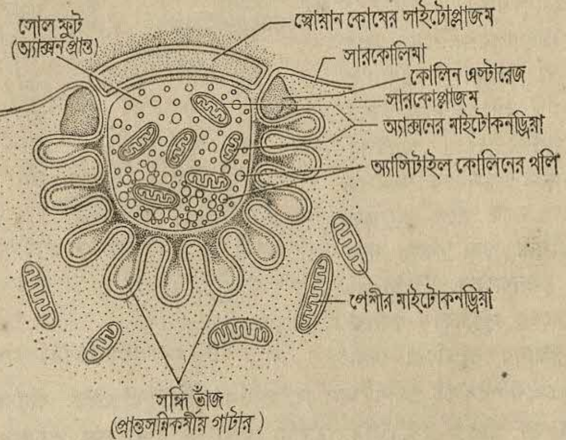
সারকোপ্লাজম সারকোলিমার মধ্যে ঢুকে যায় বলেই ঐরূপ ভাঁজের সৃষ্টি হয়। এই ভাঁজ-গুলিকে একত্রে **সন্ধি ভাঁজ** বা **প্রান্তসন্নিকর্ষীয় গাটার** বা **সাইনাপটিক গাটার** (Synaptic gutter) বলে (চিত্র : 18.9)। সোলফুট ও সাইনাপটিক গাটারের মধ্যের ফাঁকা স্থানটি **প্রান্তসন্নিকর্ষীয় ব্যবধান** বা **সাইনাপটিক ক্লেফট** (Synaptic cleft)। এটি কোষবহিঃস্থ তরল পদার্থ দ্বারা পূর্ণ থাকে।



চিত্র : 18.8 পেশীতে চেষ্টীয় প্রান্তফলকের বিস্তৃতির চিত্ররূপ

ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দেখা গেছে যে, সারকোপ্লাজম ও সোলফুটে প্রচুর **মাইটোক-**

নড্রিয়া ছড়িয়ে থাকে। তাছাড়া সোলফ্যুটে অসংখ্য **প্রান্ত সন্নিকর্ষীয় থলি**, ক্ষুদ্রাকার দানাময় পদার্থ, এমন কি এণ্ডোপ্লাজমীয় জালক দেখা যায়। সমগ্র সোলফুট স্বোয়ান কোষের সাইটোপ্লাজমে ঢাকা থাকে। দাবী করা হয়েছে যে, অ্যাক্সোপ্লাজমে বিন্যস্ত মাইটোকনড্রিয়াগুলিই উদ্দীপক প্রেরক পদার্থ—(অ্যাসিটাইলকোলিন) সংশ্লেষে অংশ গ্রহণ করে। সংশ্লেষিত অ্যাসিটাইলকোলিন উক্ত থলিগুলিতে সঞ্চিত থাকে। এই প্রেরক পদার্থটি যাতে



চিত্র : 18.9 চেষ্টীয় প্রান্ত ফলকের অ্যাক্সন প্রান্ত বা সোলফুটের ইলেকট্রন অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দৃষ্ট গঠন

অনেকখানি এলাকা জুড়ে কাজ করতে পারে সেজন্যই সারকোলিমা ভাঁজ হ'য়ে সাইনাপটিক গাটার সৃষ্টি করে। গাটারের প্রান্তদেশে **কোলিন এসটারেজ** বর্তমান।

(2) **নার্ভপ্রবাহ প্রেরণে চেষ্টীয় প্রান্ত ফলকের ভূমিকা (Role of motor end plate in transmission of nerve impulse) :** সোলফুটে নার্ভপ্রবাহ পৌঁছালে থলিগুলি থেকে অ্যাসিটাইলকোলিন নির্গত হয়। এখানেও দাবী করা হয়েছে যে, এই নিঃসরণের কাজে ক্যালসিয়ম আয়ন (Ca^{++}) সাহায্য করে। রাসায়নিক প্রেরক পদার্থটি এবার সোলফুট থেকে প্রান্তসন্নিকর্ষ ব্যবধানে প্রবেশ করে এবং সংলগ্ন ঝিল্লির আয়ন-ভেদ্যতা বৃদ্ধি করে। এর ফলে সোডিয়ম আয়ন (Na^+) ভিতরে প্রবেশ করে এবং পটাশিয়ম আয়ন (K^+) বাইরে আসে। ক্রমশঃ ক্রিয়াবিভবের সৃষ্টি হয়। বিভিন্ন আয়নের গমনাগমন বৃদ্ধি পেলে অর্থাৎ ক্রিয়াবিভব সর্বোচ্চ মাত্রায় পৌঁছলে পেশীতন্তু উদ্দীপ্ত হয়ে সংকুচিত হয়। এরপর গাটারের প্রান্তদেশে অবস্থিত কোলিন **এসটারেজ** এনজাইমটি অ্যাসিটাইলকোলিনকে বিশ্লিষ্ট ক'রে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও কোলিন উৎপাদন করলে পেশীতন্তু পূর্বাবস্থায় ফিরে যায়।

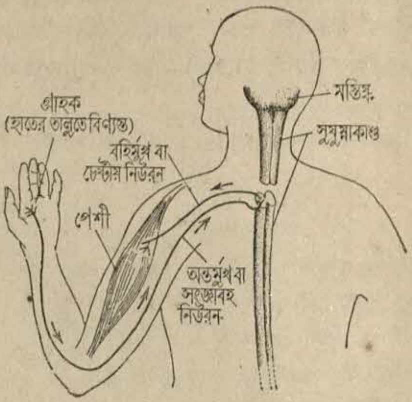
18.6. প্রতিবর্ত ক্রিয়া [Reflex action]

(1) **সংজ্ঞা : মস্তিষ্কের অংশগ্রহণ ছাড়াই অন্তর্মুখ (Afferent) নিউরনের গ্রাহক (Receptor) উদ্দীপ্ত হয়ে সুষুম্নাকাণ্ডের সহায়তায় এবং বহির্মুখ নিউরনের মাধ্যমে প্রতিবেদন অঙ্গে (Effector) যে অনৈচ্ছিক বা স্বতঃস্ফূর্ত প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে তাকে প্রতিবর্তক্রিয়া বলে।**

(2) **ব্যাখ্যা :** ঘুমন্ত বা জাগ্রত যে কোন অবস্থাতেই প্রতিবর্তক্রিয়া ঘটতে পারে। ঘুমন্ত অবস্থায় পায়ের পাতায় সুড়সুড়ি দিলে পায়ের পাতা সংকুচিত হয়। জাগ্রত অবস্থায়

চোখে পোকা পড়লে চোখের পাতা সঙ্গে সঙ্গে বুজে যায়। পছন্দমতো খাবার দেখলে বা সুস্বাদু খাবারের ঘ্রাণ নাকে এলে জিবে জল আসে। ছাইদানে রাখা জলন্ত সিগারেটে আচমকা হাত লেগে গেলে বা গরম পাত্রে হাত লাগলে তৎক্ষণাৎ সেখান থেকে হাত উঠে আসা—এ সবই প্রতিবর্ত ক্রিয়ার দৃষ্টান্ত।

প্রতিবর্ত ক্রিয়ায় যে মস্তিষ্কের কোন ভূমিকা নেই তা ইতিমধ্যেই প্রমাণিত হয়েছে। একটি ব্যাঙের মাথা কেটে বাদ দিয়ে পায়ের তলায় আলপিন ফোটানো বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ছোঁয়ালে ঐ পা সঙ্গে সঙ্গে সংকুচিত হয় এবং উদ্দীপনা স্থান থেকে সরে আসে। কিন্তু মজ্জাঘাতের (pithing) দ্বারা সেই ব্যাঙের সুষুম্নাকাণ্ড বিনষ্ট করলে সেই ধরনের প্রতিক্রিয়া দেখা যায় না। এ থেকে স্পষ্টতই প্রমাণ মেলে যে, প্রতিবর্ত ক্রিয়া মস্তিষ্কের পরিবর্তে সুষুম্নাকাণ্ড দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় (চিত্র : 18.10)। 1750 খ্রীষ্টাব্দে **স্টিফেন হেলস** (Stephen Hales) এ জাতীয় পরীক্ষার সূত্রপাত করলেও প্রায় 40 বৎসর পর **শেরিংটন** (Sherrington) এই ধরনের ক্রিয়াকলাপকে **প্রতিবর্ত ক্রিয়া** আখ্যা দেন।



চিত্র : 18.10 প্রতিবর্ত ক্রিয়াপথ

(3) **প্রতিবর্ত ক্রিয়ার সাধারণ বৈশিষ্ট্য** (General characteristics of reflex action) : প্রতিবর্তক্রিয়ার কতকগুলি সাধারণ বৈশিষ্ট্য আছে। নীচে কয়েকটি উল্লেখ করা হল।

1. **বিকেন্দ্রীকরণ** (Irradiation) : পেশীর প্রতিক্রিয়া সংজ্ঞাবহ উদ্দীপনায় তীব্রতার উপর নির্ভরশীল। দুর্বল উদ্দীপনায় প্রতিক্রিয়া কমসংখ্যক পেশীতে সীমাবদ্ধ থাকে, কিন্তু উদ্দীপনা তীব্র হলে তা দেহাঙ্গের অন্যান্য পেশীতেও ছড়িয়ে পড়ে। প্রতিবর্তক্রিয়ার এই বৈশিষ্ট্যকে **বিকেন্দ্রীকরণ** বলে।

2. **বিরতি** (Delay) : উদ্দীপনা প্রয়োগ ও প্রতিক্রিয়া সৃষ্টির মধ্যে যে সময় অতিবাহিত হয় তাকেই **বিরতি** বলে। এই সময়কে **পূর্ণ প্রতিবর্ত বিরতি** (total reflex delay) বলা হয়।

3. **সংকলন** (Summation) : সর্বনিম্ন পরিমাণের (subminimal) চেয়েও দুর্বল উদ্দীপক প্রতিবর্তক্রিয়া সৃষ্টি করতে পারে না। এই ধরনের অনেকগুলি দুর্বল উদ্দীপককে একত্রে প্রয়োগ করলে তারা প্রতিবর্তক্রিয়া সৃষ্টি করতে পারে। একে **সংকলন** বলে।

4. **অবরোধ** (Occlusion) : দুটি সংজ্ঞাবহ নার্ভ একত্রে উদ্দীপ্ত হলে পেশীটানজনিত অবরোধ সৃষ্টি হয়। কোন কোন নিউরনের উভয় প্রতিবর্ত ক্রিয়ায় অংশ নেওয়ার ফলে এই জাতীয় অবরোধ সৃষ্টি হয়।

5. **অধঃমাত্রিক সংযুক্তি** (Subliminal fringe) : এটি অবরোধের বিপরীত প্রক্রিয়া।

6. **প্রতিরোধ** (Inhibition) : একটি উদ্দীপনা অন্য উদ্দীপনাকে বাধা দান করলে যে অবস্থার সৃষ্টি হয় তাকে **প্রতিরোধ** বলে।

7. **অসাড়তা** (Fatigue) : নির্দিষ্ট কোন প্রতিবর্তকে কম সময়ের মধ্যে বারবার কাজে লাগালে প্রতিবর্ত ক্রিয়া পর্যায়ক্রমে হ্রাস পায় এবং ক্রমশঃ তা একেবারেই লোপ পায়। এই অবস্থাকে **অসাড়তা** বলে।

8. **সুসঞ্চালন** (Facilitation) : নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে কোন প্রতিবর্তকে পরপর কাজে লাগালে প্রথম দিকে ধাপে ধাপে প্রতিবর্ত ক্রিয়ার ক্ষমতা বেড়ে যায়। একে **সুসঞ্চালন** বলে।

9. **ব্যতিহার নার্ভসংযোগ** (Reciprocal innervation) : কোন কোন প্রতিবর্ত ক্রিয়ার এক ধরনের পেশী সংকুচিত হলে অন্য ধরনের পেশী প্রসারিত হয়। যেমন-বাইসেপস ও ট্রাইসেপস। একে ব্যতিহার নার্ভসংযোগ বলে।

10. **আংশিকীকরণ** (Fractionation) : পেশীর চেষ্টীয় নার্ভকে সরাসরি উদ্দীপ্ত করলে পেশীর সংকোচনের পরিমাণ অনেক বেশী হয় ; কিন্তু প্রতিবর্তের সংজ্ঞাবহ নার্ভে সেই উদ্দীপনা প্রয়োগ করলে একই পেশীর সংকোচনের পরিমাণ কমে যায়। এ থেকেই বোঝা যায় যে, প্রান্তসন্নিকর্ষকে অতিক্রম করার সময় সংজ্ঞাবহ উদ্দীপনা কিছুটা ম্লান হয়ে যায়। একেই **আংশিকীকরণ** বলে।

(4) **প্রতিবর্তক্রিয়ার প্রকারভেদ** (Varieties of reflexes) : প্রতিবর্তক্রিয়া প্রধানত দু'প্রকার—জন্মগত বা অনপেক্ষ প্রতিবর্ত এবং সাপেক্ষ প্রতিবর্ত। (A) **জন্মগত বা অনপেক্ষ প্রতিবর্ত** (Inborn or Unconditioned reflex)—এটি জন্মগত ও নির্দিস্ট, সাধারণত এর পরিবর্তন সম্ভব নয়। জন্মগ্রহণের পর শিশুর স্তন্যপানের ইচ্ছা জন্মগত বা অনপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়ার উদাহরণ। উৎস অনুযায়ী এটি দু' প্রকার : (1) **উপরিগত** (Superficial) ও (2) **গভীর** (Deep)।

1. **উপরিগত প্রতিবর্ত** (Superficial reflexes) : এখানে ত্বক, শ্লৈষ্মিক ঝিল্লি প্রভৃতি বহিঃস্তরের কলায় বিন্যস্ত গ্রাহক কর্তৃক উদ্দীপনা গৃহীত হয়।

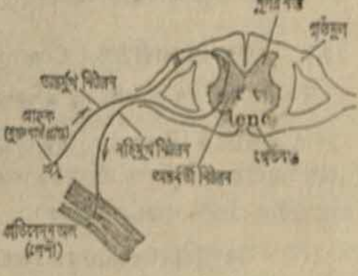
2. **গভীর প্রতিবর্ত** (Deep reflexes or Tendon reflexes) : এখানে কণ্ডরা বা টেণ্ডণ (tendon) উদ্দীপ্ত হলে সংশ্লিস্ট পেশী সংকুচিত হয়। যেমন—**জানুক্ষেপ** বা **জানুর ঝাঁকুনি** (Knee jerk) (চিত্র : 18.12), **অ্যাঙ্কলের ঝাঁকুনি** (Ankle jerk), **বাইসেপস ঝাঁকুনি** (Biceps jerk), **ট্রাইসেপস ঝাঁকুনি** (Triceps jerk), **চোয়াল ঝাঁকুনি** (Jaw jerks) ইত্যাদি। (B) **সাপেক্ষ প্রতিবর্ত** (Conditioned reflex)—এটি সর্বদাই অর্জিত হয়। অভ্যাস-নির্ভর এই ধরনের প্রতিবর্তের স্থায়িত্ব ও বিলোপ উভয়ই সম্ভব। শিশুর হাঁটতে শেখা বা মাতৃভাষায় কথা বলতে শেখা সাপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়ার উদাহরণ।

18.7. প্রতিবর্ত চাপ [Reflex arc]

প্রতিবর্ত ক্রিয়া যে নির্দিস্ট নার্ভপথ মাধ্যমে সম্পন্ন হয় তাকে **প্রতিবর্ত চাপ** বলে। প্রতিবর্ত চাপ প্রধানত চারটি অংশে বিভক্ত, যেমন—

(i) **অন্তর্মুখ শাখা** (Afferent limb) : এটি প্রান্তীয় (a) গ্রাহক ও (b) অন্তর্মুখ বা সংজ্ঞাবহ (Sensory) নার্ভতন্তু দ্বারা গঠিত। এর দ্বারা গ্রাহক থেকে আবেগ বা অনুভূতি গৃহীত ও পরিবাহিত হয়।

(ii) **নার্ভকেন্দ্র** (Centre) : সুষুম্না-কাণ্ডের ধূসরবস্তুতে অবস্থিত নার্ভকোষ-গুলিই নার্ভকেন্দ্রের কাজ করে। সেখানে সংজ্ঞাবহ উদ্দীপনা চেস্টীয় নার্ভপ্রবাহে রূপান্তরিত হয়। নার্ভকেন্দ্রগুলিতে এক বা একাধিক প্রান্তসন্নিকর্ষ বা সাইনাপস থাকে।



চিত্র : 18.11 প্রতিবর্ত চাপ

(iii) **বহির্মুখ শাখা** (Efferent limb) : এটি (a) বহির্মুখ বা চেস্টীয় (motor) নার্ভতন্তু এবং এদের প্রান্তফলক ও (b) প্রতিবেদন অঙ্গ (Effector organ) অর্থাৎ পেশী

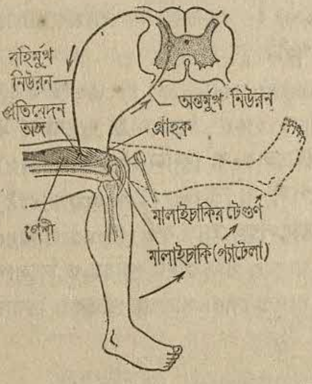
দ্বারা গঠিত। এক্ষেত্রে বহির্মুখ নাভ'তন্তু ধূসরবস্তু থেকে উৎপন্ন হয়ে মাংসপেশীতে শেষ হয়।

(iv) **প্রান্তসন্নিকর্ষ** (Synapse) : দুটি সংলগ্ন নিউরনের মধ্যে এটি সংযোগ রক্ষা করে।

প্রতিবর্ত চাপের প্রকারভেদ (Varieties of Reflex arc) : প্রান্তসন্নিকর্ষের অনুপস্থিতি বা উপস্থিতির সংখ্যা অনুসারে প্রতিবর্ত চাপকে পাঁচটি ভাগে ভাগ করা হয়।

(1) **প্রান্তসন্নিকর্ষবিহীন প্রতিবর্ত চাপ** (Asynaptic reflex arc) : এই প্রতিবর্ত চাপে প্রান্তসন্নিকর্ষ থাকে না।

(2) **সরল** বা **দ্বি-নিউরন** বা **এক প্রান্তসন্নিকর্ষীয় প্রতিবর্ত চাপ** (Simple or two-neurone reflex arc or Monosynaptic reflex arc) : এখানে দুটি নিউরনের মধ্যে একটি মাত্র প্রান্তসন্নিকর্ষ থাকে। হাঁটু বা জানুর ঝাঁকুনি (Knee jerk) এর উল্লেখযোগ্য উদাহরণ (চিত্র : 18.12)।



চিত্র : 18.12 জানুক্ষেপ বা জানুর ঝাঁকুনি প্রতিবর্ত

(3) **ত্রি নিউরন** বা **দ্বি-প্রান্তসন্নিকর্ষীয় প্রতিবর্ত চাপ** (Three-neurone reflex arc or disynaptic reflex arc) : এটি সংজ্ঞাবহ, চেষ্টীয় ও অন্তর্বর্তী—এই তিনটি নিউরন এবং দুটি প্রান্তসন্নিকর্ষ দ্বারা গঠিত (চিত্র : 18.11)।

(4) **বহু প্রান্তসন্নিকর্ষীয় প্রতিবর্ত-চাপ** (Multi-synaptic or Poly-synaptic reflex arc) : এখানে দুটির বেশী প্রান্তসন্নিকর্ষ ও তিনটির বেশী নিউরন থাকে।

(5) **জটিল প্রতিবর্ত চাপ** : (Complex reflex arc) : এই জাতীয় প্রতিবর্ত চাপে সংজ্ঞাবহ নিউরন থেকে শাখা-প্রশাখা নির্গত হয়ে বিভিন্ন সুষুম্নাখণ্ডে গিয়ে পৃথক পৃথকভাবে প্রতিবর্ত চাপ সৃষ্টি করে।

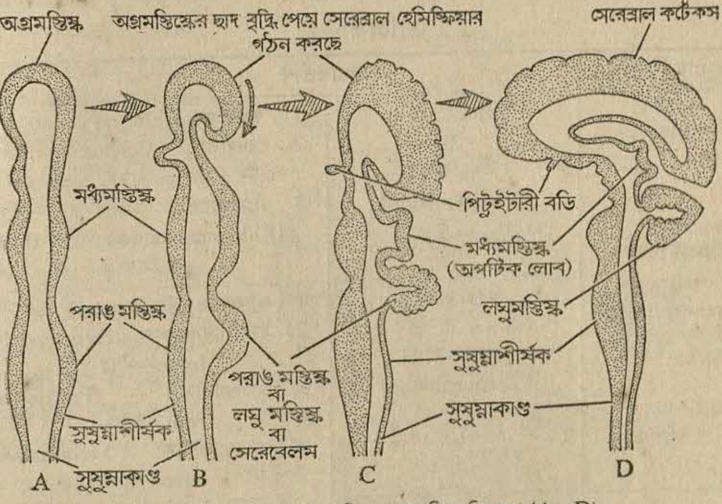
18.8. কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র [Central nervous system]

কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র করোটিমধ্যস্থ **মস্তিষ্ক** ও মেরুদণ্ডমধ্যস্থ **সুষুম্নাকাণ্ড** দ্বারা গঠিত।

A **মস্তিষ্ক** (Brain) : সুষুম্নাকাণ্ডের অগ্রবর্তী, স্ফীতকায় অত্যন্ত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ জটিল অংশটি মস্তিষ্ক। পূর্ণবয়স্ক মানুষের মস্তিষ্কের ওজন প্রায় 1·36 কেজি। এটি প্রায় 15.00 ঘনসেন্টিমিটার স্থান দখল করে থাকে।

(1) **উৎপত্তি** (Origin) : বিবর্তনের ধারায় মস্তকের অঙ্গাদি—বিশেষত চোখ, কান, নাক প্রভৃতির বৈশিষ্ট্য ক্রমাগত বাড়তে থাকায় সুষুম্নাকাণ্ডের অগ্রবর্তী অংশে অধিক সংখ্যায় সংজ্ঞাবহ নাভ'তন্তু প্রবেশ করতে থাকে। এর ফলে ঐ অংশটি স্ফীত হয়ে মস্তিষ্ক গঠন করে।

ভ্রূণাবস্থায় মস্তিষ্কের উৎপত্তির শুরুতে সুষুম্নাকাণ্ডের অগ্রবর্তী দণ্ডাকার অংশ ভাঁজ হয়ে গিয়ে পরপর তিনটি স্ফীতি গঠন করে। সামনের দিক থেকে স্ফীত অংশগুলিকে বলা হল **অগ্রমস্তিষ্ক** (forebrain), **মধ্যমস্তিষ্ক** (midbrain) ও **পরাঙমস্তিষ্ক** (hind-



চিত্র : 18.13 মস্তিষ্কের উৎপত্তির ধারাবাহিক চিত্ররূপ (A—D)

brain)* (চিত্র : 18.13)। বৃদ্ধির পরবর্তী ধাপে প্রধানত অগ্র ও পশ্চাৎ অংশে আরো দুটি করে প্রধান ভাঁজ দেখা দেয়—যার ফলে মস্তিষ্ক পাঁচটি ভাগে ভাগ হয়ে যায়। মস্তিষ্কটিকে **এনকেফালন** (encephalon) নামে অভিহিত করা হয়। তাই পাঁচটি অংশের অবস্থান-নির্দেশক শব্দের সঙ্গে এনকেফালন কথাটি জুড়ে মস্তিষ্কের অগ্রবর্তী অংশের দিক থেকে পশ্চাৎবর্তী অংশের নিম্নলিখিত নামকরণ হয়েছে—

অগ্র মস্তিষ্ক←
- I **প্রান্তমস্তিষ্ক** বা **টেলেনকেফালন** [Telencephalon ; tel= (প্রান্ত)]
- II **আন্তর মস্তিষ্ক** বা **ডায়েনকেফালন** [Diencephalon ; di = between (অন্তর্বর্তী)]

মধ্য মস্তিষ্ক←III **মধ্য মস্তিষ্ক** বা **মেসেনকেফালন** [Mesencephalon ; mes = middle (মধ্য)]

পরাঙ মস্তিষ্ক→
- IV **পরমস্তিষ্ক** বা **মেটেনকেফালন** [Metencephalon ; met = after (পরবর্তী)]
- V **সুষুম্নামস্তিষ্ক** বা **মায়েলেনকেফালন** [Myelencephalon ; myel = indicating relation to spinal cord] (সুষুম্নাকাণ্ডের সঙ্গে সম্বন্ধ সূচক)]

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য, ভ্রূণ যতই পরিণত হতে থাকে মস্তিষ্কের বিভিন্ন অঞ্চলে ততই জটিলতা বাড়তে থাকে। অগ্র মস্তিষ্কের ছাপটি ক্রমশঃ এমনভাবে একদিকে ঝুলে গিয়ে বাড়তে

* অগ্র অংশ নাসা অঞ্চল থেকে, মধ্য অংশ চক্ষু অঞ্চল থেকে এবং পরাঙ বা পশ্চাৎ অংশ কর্ণাঞ্চল ও ত্বক থেকে আবেগ গ্রহণ করে।

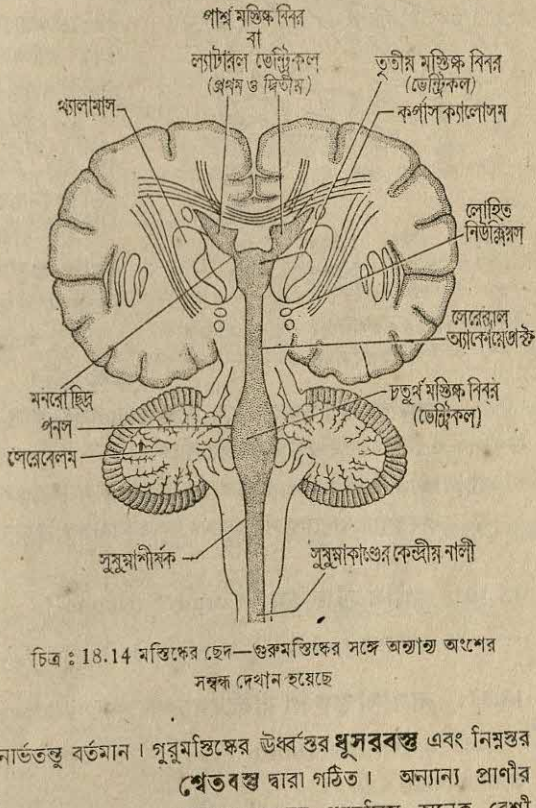
থাকে যাতে সেখান থেকে **গুরুমস্তিষ্ক** অর্থাৎ দুটি সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ার গঠিত হয়। পরাঙ মস্তিষ্কের ভাঁজটিও দ্রুত বেড়ে উঠে **লঘুমস্তিষ্ক** বা **সেরেবেলামে** পরিণত হয়—(চিত্র : 18.13 D-B) উৎপত্তির ভিত্তিতে নীচের তালিকায় মস্তিষ্কের প্রধান বিভাগ ও উপবিভাগ দেখান হল :—

তালিকা—1

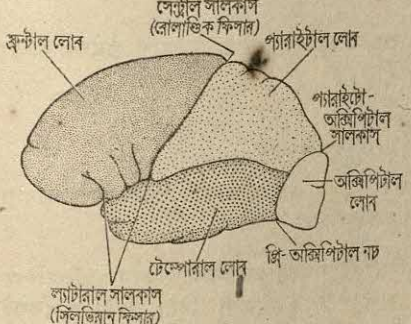
প্রধান বিভাগ	উপবিভাগ	
অগ্রমস্তিষ্ক [Forebrain = Prosencephalon]	প্রান্ত মস্তিষ্ক বা টেলেনকেফালন [Telencephalon]	1. গুরুমস্তিষ্ক (Cerebral cortex) 2. রেখমস্তিষ্ক (Corpus striatum ; ল্যাটিন Corpus = দেহ, Striata = রেখা) 3. নাসামস্তিষ্ক বা রাইনেনকেফালন (Rhinencephalon ; গ্রীক-rhinos = নাসিকা)
	আন্তরমস্তিষ্ক বা ডায়েনকেফালন [Diencephalon]	1. থ্যালামাস (Thalamus) 2. হাইপোথ্যালামাস (Hypothalamus ; hypo = নীচে) 3. এপিথ্যালামাস (Epithalamus ; epi = উপরে) 4. মেটাথ্যালামাস (Metathalamus ; met = পরবর্তী)
মধ্যমস্তিষ্ক [Midbrain = Mesencephalon]	গুরু মস্তকীয় নার্ভদণ্ড বা সেরেব্রাল পিডাংকল [Cerebral peduncle]	1. অঙ্কনার্ভত্বক বা টেগমেন্টম (Tegmentum = ত্বক) 2. কৃষ্ণসার বা সাবসটানসিয়া নাইগ্রা (Substantia nigra ; substantia = সারাংশ বস্তু ; nigra = কালো) 3. মৌল নার্ভদণ্ড বা বেসিক পিডাংকুলি (Basic pedunculi)
	পৃষ্ঠ নার্ভছাদ বা টেকটম [Tectum ; tectum = ছাদ] বা কর্পোরা কোয়াড্রিজেমিনা [Corpora quadrigemina]	1. উত্তরা নার্ভস্ফীতি বা সুপিরিয়র কলিকুলস (Superior colliculus ; colliculus = ক্ষুদ্র স্ফীতি) 2. অধরা নার্ভস্ফীতি বা ইনফিরিয়র কলিকুলস (Inferior colliculus)
পরাঙমস্তিষ্ক [Hindbrain = Rhomben-cephalon]	পরমস্তিষ্ক বা মেটেনকেফালন [Metencephalon]	1. লঘুমস্তিষ্ক বা সেরেবেলম (Carebellum) 2. সেতুমস্তিষ্ক বা পনস (Pons = সেতু)
	সুষুম্নামস্তিষ্ক বা মায়েলেনকেফালন [Myelencephalon]	সুষুম্নাশীর্ষক বা মেডালা অবলংগাটা (Medulla oblongata ; oblongata = দীর্ঘ)

18.9. গুরুমস্তিষ্ক [Cerebrum or cerebral cortex]

(i) **গঠন** (Structure) (চিত্র : 18.14) : পূর্বেই বলা হয়েছে যে, অগ্রমস্তিষ্ক ভাঁজ হয়ে ঝুলে পড়ে গুরুমস্তিষ্ক গঠন করেছে। দক্ষিণ ও বাম—দুটি সদৃশ গোলার্ধ নিয়ে (cerebral hemisphere) গুরুমস্তিষ্ক গঠিত। গোলার্ধ দুটি উপর দিকে একটি গভীর খাঁজ (furrow) দ্বারা পরস্পর বিচ্ছিন্ন থাকলেও নীচের দিকে **কর্পাস ক্যালোসম** নামে সংযোজক নার্ভগুচ্ছ দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে। প্রতিটি গোলার্ধে একটি করে পরস্পর যুক্ত পার্শ্ব গহ্বর অর্থাৎ প্রথম ও দ্বিতীয় ভেন্টিকল (1st and 2nd ventricle) বর্তমান। দুটি ভেন্টিকল ও কর্পাস ক্যালোসমের নীচে তৃতীয় ভেন্টিকলটি অবস্থিত। প্রাপ্ত-বয়স্ক লোকের গুরুমস্তিষ্কের উপরিতলের ক্ষেত্রফল 2,200 বর্গকিলোমিটার। করোটির অন্তঃতলের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা এর ক্ষেত্রফল প্রায় 3 গুণ বেশী বলে গুরুমস্তিষ্ক কুঞ্চিত হয়ে ভাঁজে ভাঁজে অবস্থান করে। গুরুমস্তিষ্কে 2 লক্ষাধিক নার্ভতন্তু বর্তমান। গুরুমস্তিষ্কের ঊর্ধ্বস্তর **ধূসরবস্তু** এবং নিম্নস্তর **শ্বেতবস্তু** দ্বারা গঠিত। অন্যান্য প্রাণীর তুলনায় মানুষের গুরুমস্তিষ্ক অনেক বেশী প্রশস্ত ও সুগঠিত। সেজন্যই সমস্ত জীব জগতের উপর মানুষের আধিপত্য। করোটি অস্থির মধ্যে অবস্থানের ভিত্তিতে গুরুমস্তিষ্কের উপরিতলকে 5টি খণ্ডে (চিত্র : 18.15) ভাগ করা যায়। প্রতিটি খণ্ড আবার একে অন্য থেকে অগভীর খাঁজ (fissure) দ্বারা পৃথকীকৃত। খণ্ডগুলি হ'ল—



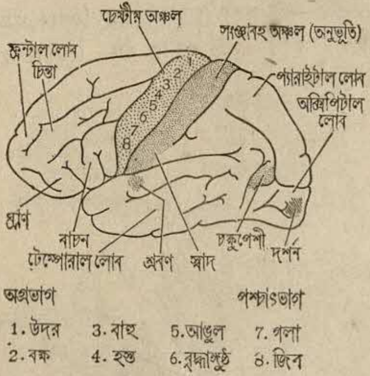
চিত্র : 18.14 মস্তিষ্কের ছেদ—গুরুমস্তিষ্কের সঙ্গে অন্যান্য অংশের সম্বন্ধ দেখান হয়েছে



চিত্র : 18.15 গুরুমস্তিষ্কের বিভিন্ন খণ্ড বা লোব

(1) **ফ্রন্টাল লোব** (Frontal lobe), (2) **প্যারাইটাল লোব** (Parietal lobe), (3) **টেম্পোরাল লোব** (Temporal lobe), (4) **অক্সিপিটাল লোব** (Occipital lobe) এবং

গোলার্ধের মধ্যসমতলে অবস্থিত, (5) **লিম্বিক লোব** (Limbic lobe)। প্রতিটি লোবের ধূসর বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াকেন্দ্র (functional centre) অবস্থিত।*



চিত্র : 18.16 গুরুমস্তিষ্কের বাম অর্ধগোলকে অবস্থিত বিভিন্ন এলাকা

(ii) **কাজ** (Function) (চিত্র : 18.16) :

1. গ্রাহক থেকে নার্ভউদ্দীপনা গ্রহণ ক'রে জটিল কাজকে সুষ্ঠু ও সুনিপুনভাবে সম্পন্ন করতে সাহায্য করে।

2. গুরুমস্তিষ্কের চেষ্টীয় অংশটি উদর, বক্ষ, বাহু, হস্ত আঙুল, বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠ, গলা, জিব প্রভৃতির নিয়ামক স্থান।

3. সংজ্ঞাবহ অঞ্চলে স্পর্শ, চাপ, যন্ত্রণা, উত্তাপ প্রভৃতি যাবতীয় অনুভূতি গৃহীত, বিশ্লেষিত ও তাদের মধ্যে সমন্বয় সাধিত হয়।

4. সাপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ ক্ষেত্র এটি।

5. গুরুমস্তিষ্কের বিভিন্ন অঞ্চলে চিন্তা, ঘ্রাণ, বাচন, শ্রবণ, স্বাদগ্রহণ, দর্শন, এবং পেশী উদ্দীপক ও নিয়ামক কেন্দ্রগুলি ছড়িয়ে থাকে।

6. স্মৃতি, বিচার বুদ্ধি, প্ল্যানিং প্রভৃতি এর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

7. এককথায় মানুষের সব রকমের উন্নত মানসিক ক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ কেন্দ্র হল গুরুমস্তিষ্ক।

18.10. কর্পাস স্ট্রায়াটম [Corpus Striatum]

[15 অধ্যায়ের 15.10. (1) A ii দ্রষ্টব্য]

18.11. নাসামস্তিষ্ক বা রাইনেনকেফালন [Rhinencephalon]

এটি মস্তিষ্ককাণ্ডের (brain stem) নাভি অঞ্চলের (hilus) চতুর্দিকে অঙ্গুরীয়কের আকারে বিন্যস্ত থাকে।

কাজ : নাসামস্তিষ্ক মানুষের শুধু ঘ্রাণানুভূতির জন্যই নয়, এর প্রধান অংশ প্রাণের আবেগ (emotional life)**-এর সঙ্গে সম্পর্ক যুক্ত।

18.12. আন্তর মস্তিষ্ক বা ডায়েনকেফালন [Diencephalon]

আন্তর মস্তিষ্ক মস্তিষ্কের তৃতীয় ভেন্ট্রিকলকে বেষ্টন করে থাকে। এটি থ্যালামাস, হাইপোথ্যালামাস, এপিথ্যালামাস ও মেটাথ্যালামাস প্রভৃতি অংশে বিভক্ত (চিত্র : 15.19)।

---

* সেরেব্রাল কর্টেক্সের ক্রিয়াকলাপের পরিবর্তনকে **ইলেকট্রোএনকেফালোগ্রাম** (Electroencephalogram বা EEG) দ্বারা নির্ণয় করা যায়। মানুষের ক্ষেত্রে **আলফা বিটা, থিটা, ও ডেলটা**—এই চার ধরনের প্রবাহ লক্ষ্য করা যায়। গভীর ঘুমের সময় আলফা বিলুপ্ত হয়, কিন্তু ডেলটা প্রবাহ চলতে থাকে।

** তাই **ম্যাকলিন** (Maclean) এর নতুন নামকরণ করেছেন প্রান্তসংস্থা বা **লিম্বিকতন্ত্র** (Limbic system)।

1. **থ্যালামাস :** তৃতীয় ভেন্ট্রিকলের প্রতি পাশে কর্পাস স্ট্রায়াটমের নিকটে ধূসর বস্তুর দ্বারা গঠিত থ্যালামাস শ্বেতবস্তুর মধ্যে অবস্থান করে। এটি গুরুমস্তিষ্কের সিংহদ্বার বা প্রধান প্রবেশ পথ। কারণ বহির্জগৎ ও দৈহিক সব রকমের সংবাদই থ্যালামাসের মাধ্যমে গুরুমস্তিষ্কে পৌঁছায়।

কাজ : বেদন, চাপ প্রভৃতি স্থূল অনুভূতিকে নিয়ন্ত্রণ করে।

2. **হাইপোথ্যালামাস :** এই অংশটি থ্যালামাসের নীচে অবস্থিত।

কাজ : স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রের সর্বোচ্চ নার্ভকেন্দ্র হিসাবে এটি সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্রের বিভিন্ন কার্যাবলীকে নিয়ন্ত্রণ করে।

3. **এপিথ্যালামাস :** এটি থ্যালামাসের উপরে অবস্থিত।

কাজ : ঘ্রাণতন্ত্রের সঙ্গে এর ঘনিষ্ঠ যোগাযোগ আছে।

4. **মেটাথ্যালামাস :** এটি থ্যালামাসের ঊর্ধ্বাঞ্চল ঘেঁসে অবস্থান করে।

কাজ : দর্শন ও শ্রবণক্রিয়ার সঙ্গে এর ঘনিষ্ঠ যোগাযোগ আছে।

18.13. মধ্যমস্তিষ্ক বা মেসেনকেফালন [Mesencaphalon]

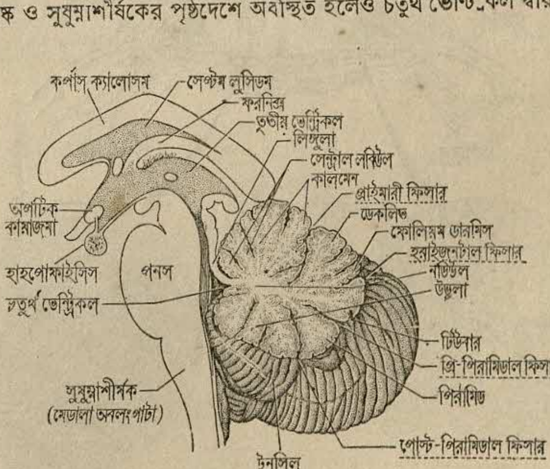
মধ্যমস্তিষ্কের দৈর্ঘ্য 2 সেন্টিমিটারের মতো। এর নিম্নাংশ লঘুমস্তিষ্ক ও পনস-এর সঙ্গে এবং ঊর্ধ্বাংশ অগ্রমস্তিষ্কের সঙ্গে যুক্ত। এটি প্রধানত দুটি অংশে বিভক্ত—(1) **গুরুমস্তকীয় নার্ভদণ্ড** (Cerebral peduncle) ও (2) **পৃষ্ঠনার্ভদণ্ড** (Tectum)। গুরুমস্তকীয় নার্ভদণ্ড **টেগমেনটম, সাবসটানসিয়া নাইগ্রা, বেসিক পিডাংকুলি** অংশ তিনটি নিয়ে গঠিত। টেগমনটমের ধূসর বস্তুটি **লোহিত নার্ভকেন্দ্র** (Red nucleus) নামে পরিচিত (চিত্র : 18.14)।

কাজ : এটি **চেষ্টীয় প্রেরকস্থান** (Motor relay station) রূপে কাজ করা ছাড়াও লঘু মস্তিষ্কের সঙ্গে অন্যান্য অংশের যোগাযোগ রাখে। তাই মধ্যমস্তিষ্ক বিভিন্ন চেষ্টীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে।

18.14. পরাঙমস্তিষ্ক বা রমবেনকেফালন [Midbrain or Rhombencephalon]

পূর্বেই দেখান হয়েছে যে, পরাঙমস্তিষ্ক প্রধানতঃ তিনটি অংশ, যথা—A. **লঘুমস্তিষ্ক**, B. **সেতুমস্তিষ্ক** ও C. **সুষুম্নাশীর্ষক** নিয়ে গঠিত (চিত্র : 18.17)।

A. **লঘুমস্তিষ্ক** বা **সেরেবেলম** (Cerebellum) : এটি পরাঙমস্তিষ্কের বৃহত্তম অংশ এবং সেতুমস্তিষ্ক ও সুষুম্নাশীর্ষকের পৃষ্ঠদেশে অবস্থিত হলেও চতুর্থ ভেন্টিকল দ্বারা পৃথক থাকে।



চিত্র : 18.17. মস্তিষ্ককাণ্ডের সঙ্গে যুক্ত লঘুমস্তিষ্কের বহিঃ ও অভ্যন্তরীণ চিত্ররূপ

এর ওজন প্রায় 150 গ্রাম, অর্থাৎ গুরুমস্তিষ্কের ওজনের প্রায় আট ভাগের এক ভাগ। এটি

ভারমিস (Vermis) নামে যোজক দ্বারা দুটি গোলার্ধে বিভক্ত। **ভারমিসের** ঊর্ধ্বতল লিঙ্গুলা (Lingula), সেণ্ট্রাল লোবিউল (Central lobule), কালমেন (Culmen), ডেকলিভ (Declive) ও ফোলিয়ম ভারমিস (Floium vermis) দ্বারা গঠিত। ভারমিসের নিম্নতল নডিউল (Nodule), উভুলা (Uvula), পিরামিড (Pyramid) ও টিউবার (Tuber) দ্বারা গঠিত। (চিত্র 18.17)। লঘুমস্তিষ্কের অর্ধগোলক দুটির প্রত্যেকটি **প্রাইমারী ফিসার** (Primary fissure), **হরাইজনটাল ফিসার** (Horizontal fissure), **প্রি-পিরামিডাল ফিসার, পোস্ট পিরামিডাল ফিসার** প্রভৃতি ভাঁজ দ্বারা বিভিন্ন অংশে বিভক্ত।

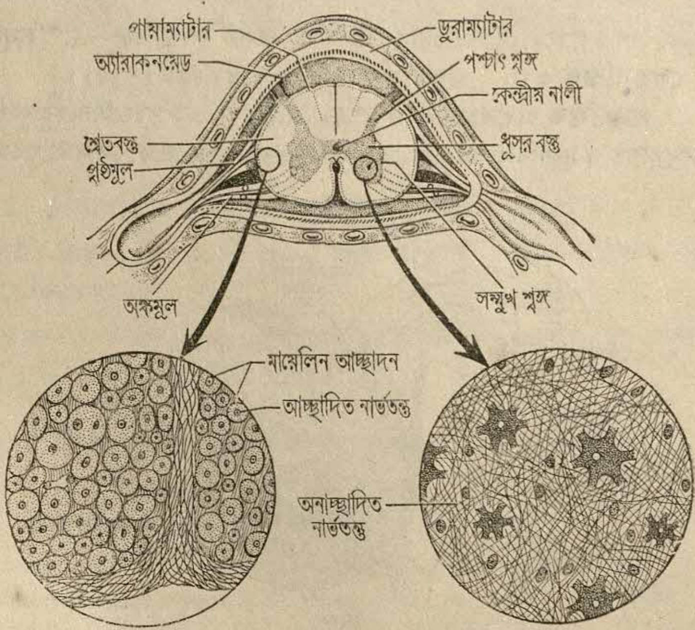
কাজ : (1) লঘুমস্তিষ্ক দৈহিক ভারসাম্য নিয়ন্ত্রণ করে। (2) ঐচ্ছিক চলাফেরাকে নিয়ন্ত্রণ করে। (3) ঐচ্ছিক পেশীক্রিয়ার সমন্বয় সাধন দ্বারা দেহের পেশীটান নিয়ন্ত্রণ করে।

B. **উষ্ণীষক** বা **সেতুমস্তিষ্ক** বা **পনস ভেরোলি** (Pons veroli) : [15 অধ্যায়ের 15.10-তে পরাঙ মস্তিষ্কের অন্তর্গত সেতুমস্তিষ্ক অংশ দ্রষ্টব্য।]

C. **সুষুম্নাশীর্ষক** বা **মেডালা অবলংগাটা** (Medulla oblongata) : [15 অধ্যায়ের 15.10-তে পরাঙমস্তিষ্ক অন্তর্গত সুষুম্নশীর্ষক অংশ দ্রষ্টব্য।]

18.15. সুষুম্নাকাণ্ড বা স্পাইনাল কর্ড [Spinal cord]

সুষুম্নাশীর্ষকের পিছন থেকে মেরুদণ্ডের শেষ পর্যন্ত বিস্তৃত এবং মস্তিষ্ক বাদে কেন্দ্রীয় নার্ভ-তন্ত্রের দ্বিতীয়াংশকে সুষুম্নাকাণ্ড বলে। এটি নিউরাল ক্যানালের ভিতর দিয়ে প্রথম কশেরুকা

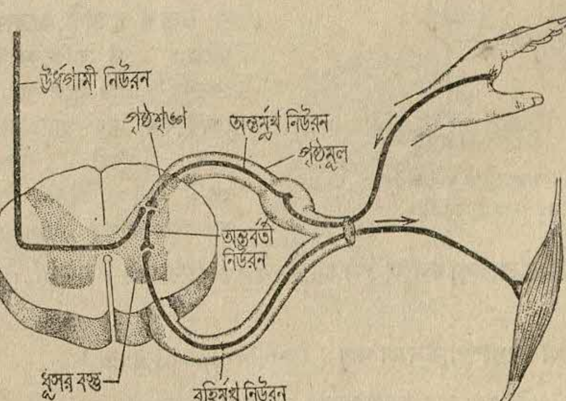


চিত্র : 18.18 প্রস্থচ্ছেদে সুষুম্নাকাণ্ডের অবস্থান ও প্রকৃতি

থেকে শেষে কশেরুকা পর্যন্ত বিস্তৃত। সুষুম্নাকাণ্ডের ক্রমশঃ সরু শেষাংশকে **কোনস**

মেডুলারিস (Conus meduliaris) বলা হয়। এর অগ্রভাগ থেকে দড়ির মতো ঝুলে থাকা অংশটি **ফিলম টার্মিনালি**(Filum terminale) (চিত্র : 15.18)। পূর্ণবয়স্কের সুষুম্নাকাণ্ডের ওজন প্রায় 30 গ্রাম এবং দৈর্ঘ্য প্রায় 45 সেন্টিমিটার। মস্তিষ্কের ন্যায় সুষুম্নাকাণ্ডটিও তিনটি ঝিল্লী (পায়াম্যাটার, অ্যারাকনয়েড ও ডুরাম্যাটার) দ্বারা আবৃত থাকে। অ্যারাকনয়েড ও ডুরাম্যাটার এবং কেন্দ্রীয় নালীর মধ্য দিয়ে **সেরিব্রোস্পাইনাল রস** (Cerebrospinal fluid) চলাচল করে।

সুষুম্নাকাণ্ড বাইরে থেকে কোন খণ্ডে বিভক্ত না হলেও এটিকে 31টি অংশে ভাগ করা যায়। কশেরুকা যেমন সারভাইকাল, থোরাসিক, লাম্বার, স্যাক্রম বা কক্সিস অঞ্চলে বিভক্ত (চিত্র 15.3) ঐ অঞ্চলগুলির সঙ্গে সঙ্গতি রেখে সুষুম্নাকাণ্ডও তেমনি 8টি সারভাইকাল (1টি বেশী), 12টি থোরাসিক, 5টি লাম্বার, 5টি স্যাক্রাল, 1টি কক্সিজিয়াল অর্থাৎ মোট 31টি অংশে বিভক্ত। সারভাইকাল ও লাম্বার অংশে সুষুম্নাকাণ্ডটি কিছুটা স্ফীত। উল্লেখিত 31টি অংশ থেকে 31 জোড়া **সুষুম্নানার্ভ** (Spinal nerve) নির্গত হয়। দুটি মূলের সাহায্যে এগুলির প্রত্যেকটি সুষুম্নাকাণ্ডে যুক্ত থাকে। যেটি অঙ্কতলে যুক্ত তাকে **অঙ্কীয়মূল** (Ventral root) এবং যেটি পৃষ্ঠ পার্শ্বীয় তলে যুক্ত সেটি **পৃষ্ঠমূল** (Dorsal root)। চেষ্টীয় বা বহির্মুখ নিউরনের অ্যাক্সন অঙ্কীয়মূলের ভিতর দিয়ে বের হয় এবং সংজ্ঞাবহ বা অন্তর্মুখ নিউরনের অ্যাক্সন পৃষ্ঠমূল দিয়ে সুষুম্নাকাণ্ডে প্রবেশ করে (চিত্র : 18.19)। পৃষ্ঠমূলের স্ফীত অংশটি **ডরসাল রুট গ্যাংলিয়ন** (Dorsal root ganglion)। সুষুম্নাকাণ্ডের বিভিন্ন অংশ পরস্পর উর্ধ্বগামী বা অনুদৈর্ঘ্য নিউরন (Longitudinal neurone) দ্বারা যুক্ত থাকে। সেজন্যই নার্ভ উদ্দীপনা সুষুম্নাকাণ্ডের বিভিন্ন অংশে এমন কি মস্তিষ্কেও পৌঁছে যায়। শ্বেতবস্তুর যে সব নার্ভতন্তুগুচ্ছ সুষুম্নাকাণ্ডের নিম্নাংশ থেকে উর্ধাংশে এবং মস্তিষ্কে নার্ভ উদ্দীপনা বয়ে নিয়ে যায় তাদের **উর্ধ্বগামী নার্ভতন্তুগুচ্ছ** (Ascending tract) এবং যে সব নার্ভতন্তুগুচ্ছ মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ডের উর্ধ্বাংশ থেকে নিম্নাংশ অর্থাৎ প্রতিবেদক অঙ্গে উদ্দীপনা বয়ে আনে তাদের **নিম্নগামী**



চিত্র : 18.19 সুষুম্নাকাণ্ডমধ্যস্থ বিভিন্ন ধরনের নিউরন

নার্ভতন্তুগুচ্ছ (Descending tract) বলে। এইসব তন্তুগুচ্ছ কোথাও কোথাও পরস্পর

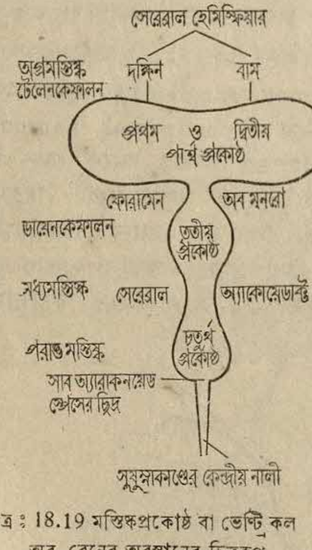
অতিক্রম করে। তাই মস্তিষ্কের দক্ষিণ অংশ দেহের বামাংশকে এবং মস্তিষ্কের বামাংশ দেহের দক্ষিণাংশকে নিয়ন্ত্রণ করে।

সুষুম্নাকাণ্ডের কেন্দ্রস্থ নালীটির নাম **কেন্দ্রীয়নালী** (Central canal)। কেন্দ্রীয়নালীকে ঘিরে H—আকৃতির **ধূসরবস্তু** এবং ধূসরবস্তুর চারদিকে **শ্বেতবস্তু** বর্তমান (চিত্র : 18.18)। শ্বেতবস্তু নার্ভতন্তু ও ধূসরবস্তু নিউরনের কোষদেহ দিয়ে গঠিত।

কাজ : (1) সুষুম্নাকাণ্ড নিজে দেহাংশ থেকে নার্ভউদ্দীপনা বহন করে বা মস্তিষ্কে পাঠায় এবং মস্তিষ্কের নির্দেশ দেহাংশে পরিবেশন করে। (2) **প্রতিবর্ত ক্রিয়া পরিচালনা করাই সুষুম্নাকাণ্ডের অন্যতম প্রধান কাজ।**

18.16. মস্তিষ্ক প্রকোষ্ঠ বা ভেন্ট্রিকল অব্ ব্রেন [Ventricle of brain]

মস্তিষ্কের ফাঁপা অভ্যন্তরভাগ চারটি স্ফীত অংশ গঠন করে (চিত্র : 18.19 ও 18.14)। এগুলিকে **মস্তিষ্ক প্রকোষ্ঠ** বা **ভেন্ট্রিকল অব্ ব্রেন** বলে। গুরুমস্তিষ্কের প্রতি গোলার্ধে একটি করে মোট দুটি **পার্শ্বপ্রকোষ্ঠ** (lateral ventricle) বর্তমান। সেরেব্রাল হেমিস্ফিয়ারের দক্ষিণ দিকেরটিকে **প্রথম** এবং বাম দিকেরটিকে **দ্বিতীয় পার্শ্বপ্রকোষ্ঠ** বা **দ্বিতীয় ভেন্ট্রিকল** বলে। এদুটি ফোরামেন অব্ মনরো দ্বারা নীচের দিকে **তৃতীয় প্রকোষ্ঠ** বা **তৃতীয় ভেন্ট্রিকলের** সঙ্গে যুক্ত। এটিও পুনরায় সেরেব্রাল-অ্যাকোয়েডাক্ট মাধ্যমে **চতুর্থ প্রকোষ্ঠ** বা **চতুর্থ ভেন্ট্রিকলের** সঙ্গে যুক্ত থাকে। চতুর্থ ভেন্ট্রিকলটি সুষুম্নাকাণ্ডের কেন্দ্রীয় নালীর সঙ্গে যুক্ত থাকে। চতুর্থ ভেন্ট্রিকল সাব অ্যারাকনয়েড স্পেসের সঙ্গে একটি ছিদ্রপথে যুক্ত হয়। তাই এইসব ভেন্ট্রিকল ও সাবঅ্যারাকনয়েড স্পেস ও সুষুম্নানালীর মধ্য দিয়ে **সেরিব্রোস্পাইনাল রস** চলাচল করতে পারে (চিত্র : 18.20)।



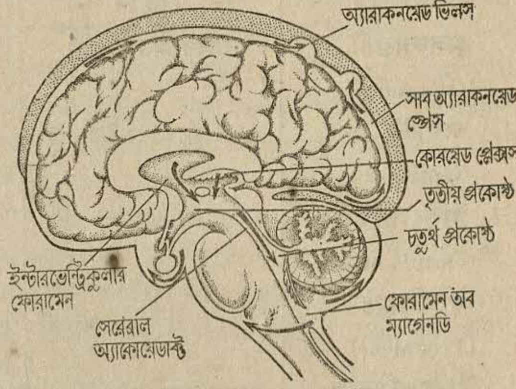
চিত্র : 18.19 মস্তিষ্কপ্রকোষ্ঠ বা ভেন্ট্রিকল অব্ ব্রেনের অবস্থানের চিত্ররূপ

18.17. সেরিব্রোস্পাইনাল রস [Cerebrospinal fluid]

মস্তিষ্কের ভেন্ট্রিকল, সাব অ্যারাকনয়েড স্পেস ও সুষুম্নানালীর মধ্যে চলাচলকারী বর্ণহীন, স্বচ্ছ তরল পদার্থকে **সেরিব্রোস্পাইনাল রস** বলা হয়। প্রাপ্তবয়স্ক লোকের এই রসের পরিমাণ 150 মিলিলিটারের মতো। ক্ষারধর্মী রসটির উপাদান অনেকটা প্লাজমার-

মতোই। প্রধানত **অ্যারাকনয়েড ভিলস** মাধ্যমে ডুরাম্যাটারের সাইনসে এবং সুষুম্না-শিরায় এই রসের শোষণ ঘটে।

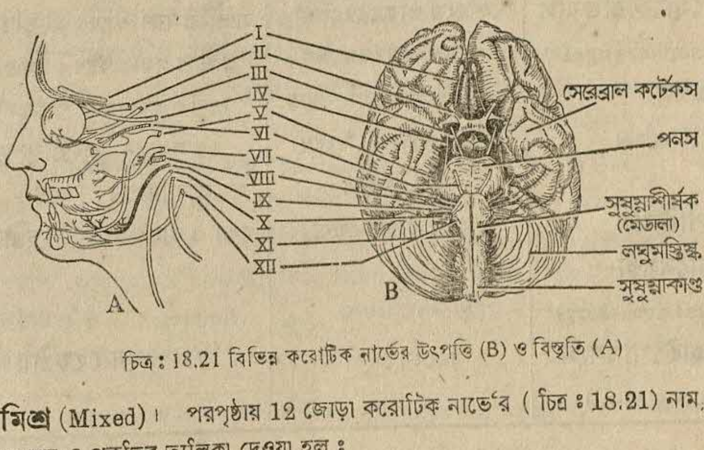
কাজ : (1) প্রাত্যহিক জীবনে এমন অনেক পরিস্থিতি ঘটে যখন মস্তিষ্কে আঘাত লাগার সম্ভাবনা থাকে। আঘাত, চাপ, ধাক্কা প্রভৃতি বিপজ্জনক পরিস্থিতি থেকে সেরিব্রোস্পাইনাল রস কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রকে রক্ষা করে। (2) নার্ভতন্ত্রে পৌষ্টিক পদার্থ, অক্সিজেন ও বিপাকজাত পদার্থ বিনিময়ে অংশ নেয়।



চিত্র : 18.20 তীর চিহ্ন দ্বারা মস্তিষ্কে সেরিব্রোস্পাইনাল রসের চলাচলের পথ দেখান হয়েছে

18.18. প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র [Peripheral nervous system]

সুষুম্নাকাণ্ড ও মস্তিষ্ক থেকে উৎপন্ন নার্ভের সমন্বয়ে প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র গঠিত। পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, সুষুম্নাকাণ্ডের বিভিন্ন অংশ থেকে মোট **31 জোড়া স্পাইনাল নার্ভ** নির্গত হয়। মস্তিষ্ক থেকে উৎপন্ন **করোটিক নার্ভ** (Cranial nerve)-এর সংখ্যা 12 জোড়া। কাজেই মোট 43 জোড়া নার্ভ দেহের বিভিন্ন প্রান্তে ছড়িয়ে গিয়ে প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্র গঠন করে। নার্ভগুলির চরিত্র তিনপ্রকার—**চেষ্টীয়** (Motor), **সংজ্ঞাবহ** (Sensory)



চিত্র : 18.21 বিভিন্ন করোটিক নার্ভের উৎপত্তি (B) ও বিস্তৃতি (A)

ও **মিশ্র** (Mixed)। পরপৃষ্ঠায় 12 জোড়া করোটিক নার্ভের (চিত্র : 18.21) নাম, বিস্তৃতি এবং কাজ ও প্রকৃতির তালিকা দেওয়া হল :

তালিকা—2

করোটিক নার্ভ	বিস্তৃতি	কাজ ও প্রকৃতি
I. অলফ্যাক্টরী (Olfactory)	নাকের মিউকস পর্দা	গন্ধানুভূতি বহন ((সংজ্ঞাবহ)
II. অপটিক (Optic)	চোখের রেটিনা	দর্শানুভূতি বহন (সংজ্ঞাবহ)
III. অকুলোমোটর (Occulomotor)	চোখের পেশী	অক্ষিগোলক সঞ্চালন (চেষ্টীয়)
IV. ট্রকলিয়ার (Trochlear)	ঐ	ঐ
V. ট্রাইজেমিনাল (Trigeminal)	চোখের পাতা, ঠোঁট, জিব দাঁতের মাড়ি ইত্যাদি	স্পর্শ তাপ, ব্যথা, বেদনা প্রভৃতির অনুভূতি গ্রহণ ও চোয়াল সঞ্চালন (মিশ্র)
VI অ্যাবডিউসেন্স (Abducens)	চোখের পেশী	অক্ষিগোলকের পার্শ্বসঞ্চালন (চেষ্টীয়)
VII ফেসিয়াল (Facial)	মুখমণ্ডলের পেশী, গ্রীবা, বহিঃকর্ণ ও অন্তকর্ণ, অশ্রুগ্রন্থি	মুখের ভাব প্রকাশ, শ্রবণ, অশ্রুক্ষরণ, লালারস ক্ষরণ প্রভৃতির অনুভূতি গ্রহণ (মিশ্র)
VIII অডিটরী (Auditory)	অন্তঃকর্ণ	দেহ ভারসাম্যরক্ষা ও শ্রবণ (সংজ্ঞাবহ)
IX গ্লসোফেরিঞ্জিয়াল (Glossopharyngeal)	ফেরিংক্স প্রাকারের পেশী ও জিবের পিছন দিক	লালানিঃসরণ, স্বাদের অনুভূতি গ্রহণ এ খাদ্য গলাধঃকরণ (মিশ্র)
X ভেগস (Vegus)	মুখবিবর, পাকস্থলী, ক্ষুদ্রান্ত্র, প্লীহা, অগ্ন্যাশয়, হৃৎযন্ত্র, যকৃৎ, ফুসফুস	খাদ্য গলাধঃকরণ, পাকস্থলী ও অন্ত্র সঞ্চালন, হৃৎযন্ত্র, ফুসফুস, সঞ্চালনে নিয়ন্ত্রণ (মিশ্র)
XI স্পাইনাল অ্যাসেসরী (Spinal accessory)	গ্রীবা ও কাঁধের পেশী	মাথা ও কাঁধ সঞ্চালন (চেষ্টীয়)
XII হাইপোগ্লসাল (Hypoglossal)	জিবের পেশী	জিব সঞ্চালন (চেষ্টীয়)

18.19. স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র [Autonomic nervous system]

স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র দেহের আন্তরযন্ত্র ও সংশ্লিষ্ট অঙ্গাদির (viscera and related organs) ক্রিয়াকলাপ নিয়ন্ত্রণ করে। মস্তিষ্ক ও সুষুম্নাকাণ্ডের সংগে যুক্ত থেকে নার্ভ ও গ্যাংলিয়ার দ্বারা গঠিত পৃথক দুটি তন্ত্র একত্রে স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র গঠন করে। এতে সংজ্ঞাবহ ও চেষ্টীয় - উভয় প্রকার নার্ভ থাকলেও এবং সেগুলির সঙ্গে কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের যোগাযোগ ঘটলেও স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র স্বাধীনভাবে কাজ করে। এর কার্যকলাপ মোটেই ইচ্ছাধীন নয়* অর্থাৎ অবচেতন অবস্থাতেও সমান সক্রিয় থাকে। মেডালা, পনস, মধ্যমস্তিষ্ক প্রভৃতির বিশেষ কতকগুলি নার্ভকেন্দ্র এবং হাইপোথ্যালামাস, থ্যালামাস, কর্পাস স্ট্রায়াটম এর উচ্চতর নার্ভকেন্দ্র এই তন্ত্রকে নিয়ন্ত্রণ করে। তাছাড়া সেরেব্রমও একে অল্পস্বল্প নিয়ন্ত্রণ করে, তবে এটি প্রধানত অনিচ্ছাকৃত। স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রকে তিনভাগে ভাগ করা যায় :—(1) রাসায়নিক পদার্থভিত্তিক, (Chemical) ; (2) ক্রিয়াভিত্তিক (Functional) ও (3) অভ্যন্তরীণ অঙ্গসংস্থান ভিত্তিক (Anatomical)।

(1) **রাসায়নিক পদার্থভিত্তিক** : রাসায়নিক পদার্থ ক্ষরণের চরিত্রের ভিত্তিতে এটি দু'ভাগে বিভক্ত : (i) **অ্যাড্রিনারজিক** (Adrenergic)—যেটি সিমপ্যাথেটিক চরিত্রের এবং (ii) **কোলিনারজিক** (Cholinergic)—যেটি প্যারাসিমপ্যাথেটিক চরিত্রের। অ্যাড্রিনারজিক তন্তু থেকে নার্ভপ্রান্তে **এপিনেফ্রিন** বা **নরএপিনেফ্রিন** ক্ষরিত হয়। কোলিনারজিক তন্তুগুলি নার্ভপ্রান্ত ও প্রান্তসন্নিকর্ষ উভয় ক্ষেত্রেই অ্যাসিটাইলকোলিন ক্ষরণ করে।

(2). **ক্রিয়াভিত্তিক** : এখানে কাজের প্রকৃতি হিসাবে স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রকে ভাগ করা হয়। একই অঙ্গে প্রেরিত দুটি চেষ্টীয় নার্ভের প্রকৃতি পরস্পরবিরোধী। যেমন একটি হৃৎস্পন্দন দ্রুততর করলে অন্যটি হৃৎস্পন্দনকে মন্থর করে।

(3) **অভ্যন্তরীণ অঙ্গসংস্থান ভিত্তিক** : অভ্যন্তরীণ অঙ্গসংস্থানগত ভাবে স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র দুটি ভাগে বিভক্ত—

(A) **সিমপ্যাথেটিক** (Sympathetic) ও

(B) **প্যারাসিমপ্যাথেটিক** (Parasympathetic)।

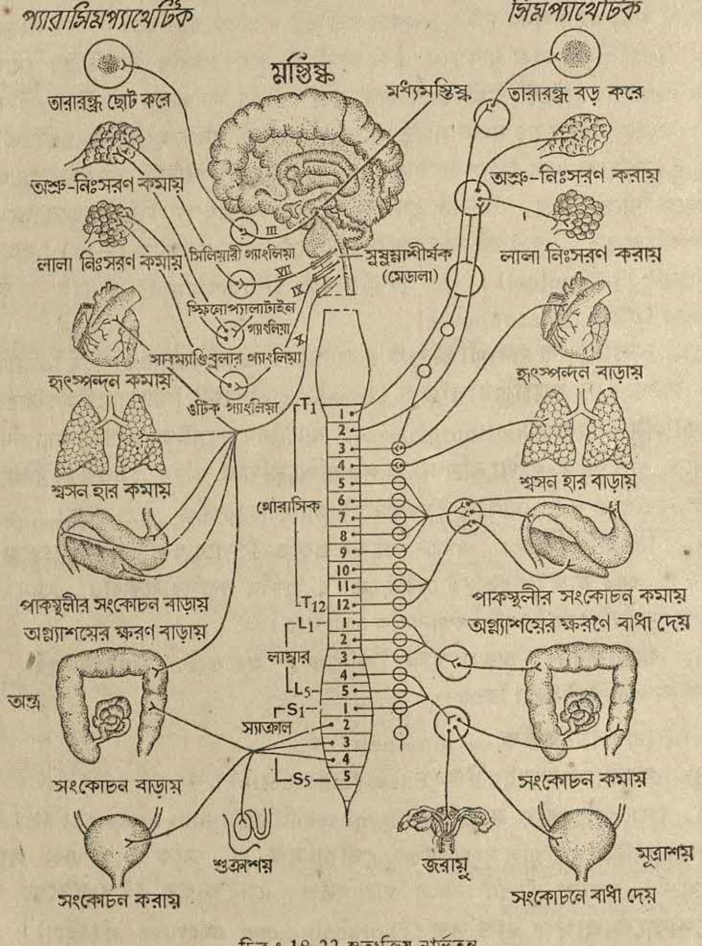
(A) **সিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র** (Sympathetic nervous system) (চিত্র 18.22)

সিমপ্যাথেটিক নার্ভগুলি সুষুম্নাকাণ্ডের **থোরাসিক** (T_1 থেকে T_{12}) এবং **লাম্বার** (L_1 থেকে L_3) অংশে উৎপন্ন নিউরন দ্বারা গঠিত। সেই কারণে এই নার্ভতন্ত্রের অপর নাম **থোরাকোলাম্বার নার্ভতন্ত্র** (Thoracolumber nervous system)। এতে সুষুম্ন কাণ্ডের এক এক দিকে একটি করে অর্থাৎ যুগ্ম গ্যাংলিয়া (paired ganglia) থাকে। এগুলি সুষুম্নাকাণ্ডের উভয়দিকে শিকলের আকারে বিন্যস্ত থাকে। নার্ভগুলি সুষুম্নাকাণ্ডের নির্দিষ্ট জায়গা থেকে বেরিয়ে গ্যাংলিয়াগুলিতে প্রবেশ করে। গ্যাংলিয়াগুলি তিন ধরনের—(a) **মেরুদণ্ডীয়** (Vertebral), (b) **প্রাক্‌মেরুদণ্ডীয়** (Prevertebral) এবং (c) **প্রান্তিক** (Terminal)।

---

* কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের সঙ্গে এর এখানেই পার্থক্য। কারণ কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের কার্যকলাপ ইচ্ছাশক্তির উপর সম্পূর্ণ নির্ভরশীল।

(B) **প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র** (Parasympathetic nervous system) ঃ প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র **করোটি** ও সুষুম্নাকাণ্ডের **স্যাক্রাল** অংশ



চিত্র ঃ 18.22 স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র

থেকে উৎপন্ন নিউরন দ্বারা গঠিত। তাই একে **ক্রেনিওস্যাক্রাল নার্ভতন্ত্র** (Cranio-sacral nervous system) বলা হয়। এই নিউরনগুলি বিভিন্ন আন্তরযন্ত্রের নিকটস্থ গ্যাংলিয়ায় শেষ হয়। সেখান থেকে অন্য নার্ভ (পোস্ট গ্যাংলিওনিক) উৎপন্ন হয়ে নির্দিষ্ট আন্তরযন্ত্রে চলে যায়। এই নার্ভতন্ত্রের করোটিগত অংশ প্রধানত ৩য়, ৭ম, ৯ম ও ১০ম অর্থাৎ **অকুলোমোটর** (III), **ফেসিয়াল** (VII), **গ্লসোফেরিঞ্জিয়াল** (IX) ও **ভেগাস** (X) নার্ভ দ্বারা গঠিত হয়। বাকি নার্ভতন্তুগুলি সুষুম্নাকাণ্ডের স্যাক্রাল (S_2 থেকে S_4) অংশে উৎপন্ন হয় (চিত্র ঃ 18.22)।

স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রের অন্তর্গত সংজ্ঞাবহ নার্ভগুলির কোষদেহ সুষুম্নাকাণ্ডের পৃষ্ঠ গ্যাংলিয়ায় অবস্থিত এবং এরা পৃষ্ঠমূল মাধ্যমে ধূসর পদার্থে তাদের অ্যাক্সন প্রেরণ করে। চেষ্টীয় পথ-পরিক্রমায় অন্তত দুটি করে নিউরন নিযুক্ত থাকে—একটি চেষ্টীয় নিউরনের কোষদেহ সুষুম্নাকাণ্ডের ধূসরবস্তুতে এবং অপর চেষ্টীয় নিউরনের কোষদেহ গ্যাংলিয়ায় থাকে। কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্রের সঙ্গে ভিন্নপথে যুক্ত থাকলেও সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক তন্ত্রদুটির প্রত্যেকটি একই অঙ্গে তাদের প্রভাব বিস্তার করে। ফলে অধিকাংশ আন্তরযন্ত্রের* দুপ্রস্থ চেষ্টীয় নার্ভতন্ত্র এসে পৌঁছায়—এক প্রস্থ সিমপ্যাথেটিক থেকে এবং অন্য প্রস্থ প্যারাসিমপ্যাথেটিক থেকে। তবে এদের ক্রিয়াকলাপ পরস্পর বিরোধী অর্থাৎ **একে অন্যের বিপরীত**। তাই যে চেষ্টীয় আবেগ সিমপ্যাথেটিক তন্ত্রের মাধ্যমে হৃৎপিণ্ডে আসে সেটি হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন দ্রুততর ও প্রবল করে। অন্যদিকে যে চেষ্টীয় আবেগ প্যারাসিমপ্যাথেটিক তন্ত্রের মাধ্যমে হৃৎপিণ্ডে আসে সেটি হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন কমিয়ে দেয় এবং তাকে দুর্বল করে। নীচে দুই তন্ত্রের পার্থক্য দেখানো হল।

সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্রের পার্থক্য

সিমপ্যাথেটিক	প্যারাসিমপ্যাথেটিক
1. গ্যাংলিয়াগুলি সুষুম্নাকাণ্ডের উভয় দিকে শিকলের মতো সাজানো থাকে।	1. শিকলের মতো সাজানো থাকে না।
2. গ্যাংলিয়াগুলি ক্রিয়াস্থান থেকে দূরে থাকে।	2. ক্রিয়াস্থানের খুব কাছেই বিন্যস্ত থাকে।
3. প্রাক-গ্যাংলিয়া নিউরনের দৈর্ঘ্য কম।	3. দৈর্ঘ্য অপেক্ষাকৃত বেশী।
4. সুষুম্নাকাণ্ডের থোরাসিক ও লাম্বার অঞ্চল থেকে নিউরনগুলি উৎপন্ন হয়।	4. করোটি ও স্যাক্রম অঞ্চল থেকে উৎপন্ন হয়।

তালিকা—3

সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্রের পরস্পর বিরোধী ক্রিয়াকলাপ

আন্তর যন্ত্র	সিমপ্যাথেটিকের কাজ	প্যারাসিমপ্যাথেটিকের কাজ
চোখ		
কনীনিকা	প্রসারণ	সংকোচন
সিলিয়ারী পেশী	শ্লথভবন	সংকোচন
তারারন্ধ্র	হ্রাস	বৃদ্ধি
পাকস্থলী		
ক্রমসংকোচন ও পেশীটান	হ্রাস	বৃদ্ধি
পেশীবলয়	সংকোচন	শ্লথভবন
ক্ষরণ	বাধাদান	উদ্দীপ্তকরণ

* অধিকাংশ আন্তরযন্ত্রে সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক উভয় প্রকার নার্ভ পরিবেশিত হয় এবং তারা যথারীতি একে অন্যের বিপরীত কাজ করে। কিন্তু **অ্যাড্রিনাল মেডালা**, অধিকাংশ **আর্টারিওল**, **জরায়ু** প্রভৃতিতে কেবলমাত্র সিমপ্যাথেটিক নার্ভ পরিবেশিত হয়। তেমনি **গ্রাসনালী**, **পাকস্থলীর গ্রন্থি**, **আইলেটস্ অব্ ল্যাঙ্গারহানসে** কেবলমাত্র প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভ আসে।

আন্তর যন্ত্র	সিমপ্যাথেটিকের কাজ	প্যারাসিমপ্যাথেটিকের কাজ
ক্ষুদ্রান্ত্র		
ক্রমসংকোচন ও পেশীটান	হ্রাস	বৃদ্ধি
পেশীবলয়	সংকোচন	শ্লথভবন
ক্ষরণ	...	বৃদ্ধি
পিত্তাশয়	শ্লথভবন	সংকোচন
হৃৎপিণ্ড		
হৃৎস্পন্দন হার	বৃদ্ধি	হ্রাস
স্পন্দন প্রবাহ	দ্রুত	মন্থর
ফুসফুস		
ক্লোম পেশী	শ্লথভবন	সংকোচন
ক্লোম গ্রন্থি	...	শ্লেষ্মাক্ষরণকে উদ্দীপ্তকরণ
যকৃৎ		
রক্তশর্করা	বৃদ্ধি	হ্রাস
গ্রন্থি		
অগ্ন্যাশয়	ক্ষরণ বৃদ্ধি	ক্ষরণ হ্রাস
লালাগ্রন্থি	হ্রাস	বৃদ্ধি
মূত্রস্থলী	শ্লথভবন	সংকোচন
ধমনী	সংকোচন	প্রসারণ

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long answer /Essay type questions]

1. গ্রাহক কাকে বলে? গ্রাহকের সাধারণ শ্রেণীবিভাগ ও কাজ সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা কর। [What is a receptor ? Discuss about the general classification and function of receptors.] [উঃ। 18.2 দেখ]

2. নিউরনের অণুবীক্ষণিক গঠন বর্ণনা কর। নিউরনকে কি কি ভাবে শ্রেণীবিভাগ করা যায়? নিউরনের কাজ কি? [Describe the microscopic structure of a neurone. How many ways are they classified ? What are the functions of neurone ? [উঃ। 18.3 দেখ]

3. একটি প্রান্তসন্নিকর্ষের গঠন ও নার্ভপ্রবাহ পরিবহণে তার ভূমিকা আলোচনা কর। [Discuss about the structure of a synapse and its role in the transmission of nerve impulse.] [উঃ। 18.4 (1) ও (3) দেখ]

4. চেষ্টীয় প্রান্তফলক বলতে কি বোঝ? একটি চেষ্টীয় প্রান্তফলকের গঠন বর্ণনা কর ও নার্ভপ্রবাহ পরিবহণে তার ভূমিকা কি বল। [What do you understand by motor end plate ? Describe the structure of a motor end plate and its role in transmission of nerve impulse.] [উঃ। 18.5 দেখ]

5. প্রতিবর্তক্রিয়া কাকে বলে? প্রতিবর্তক্রিয়ার কয়েকটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য বা ধর্মের উল্লেখ কর। [What is a reflex action ? Mention a few characteristics of reflex action.] [উঃ। 18.6 দেখ]

6. প্রতিবর্ত চাপ কি? একটি আদর্শ প্রতিবর্ত চাপের বর্ণনা কর। [What is reflex arc ? Describe a typical reflex arc.] [উঃ। 18.7 দেখ]

7. কেন্দ্রীয় নার্ভতন্ত্র সম্বন্ধে একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Give a short account of the central nervous sytsem] [উঃ। 18.8 দেখ]

8. যথাযথ চিত্রসহ গুরুমস্তিষ্কের গঠন ও কার্যাবলীর বর্ণনা দাও। [Describe the structure and functions of cerebrum with proper diagram.] [উঃ। 18.9 দেখ]

9. লঘুমস্তিষ্কের অণুবীক্ষণিক গঠন ও কার্যাবলীর বর্ণনা দাও। [Describe with illustration the microscopic structure and functions of cerebellum.] [উঃ। 18.14A দেখ]

10. যথাযথ চিত্রসহ সেতুমস্তিষ্ক ও সুষুম্নাশীর্ষকের গঠন ও কাজের বিবরণ দাও। [With proper diagrams give an account of the structure and functions of pons and medulla oblongata.] [উঃ। 18.14 B ও C দেখ]

11. সুষুম্নাকাণ্ড কোথায় অবস্থিত? সুষুম্নাকাণ্ডের গঠন ও কাজের বিবরণ দাও। [Where is spinal cord located ? Give an account of the structure and function of spinal cord.] [উঃ। 18.15 দেখ]

12. মানুষের প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্রের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Give a brief account of the peripheral nervous system.] [উঃ। 18.18 দেখ]

13. স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র সম্বন্ধে তোমার ধারণা কি? এর কাজের বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা কর। [What is your idea about autonomic nervous system ? Discuss in detail about the speciality of its function.] [উঃ। 18.19 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

14. গ্রাহক কাদের বলে? সাধারণ সংজ্ঞাবহ ও বিশেষ সংজ্ঞাবহ গ্রাহক বলতে কি বোঝ? [Which are receptors ? What do you understand by general sensory receptor and special sensory receptor ? [উঃ। 18.2 দেখ]

15. কয়েকটি ত্বকীয় গ্রাহকের নাম কর। এই ধরনের একটি গ্রাহকের ছবি এঁকে দেখাও। [Name a few cutaneous receptors. Draw one of such cutaneous receptors.] [উঃ। 18.2 (1)A দেখ]

16. আকৃতিগতভাবে নিউরন কয় প্রকার? ছবি এঁকে এদের পার্থক্য দেখাও। [From structural point of view how many types of neurones are there ? Show their differences with the help of diagrams.] [উঃ। 18.3 শ্রেণীবিভাগ দেখ]

17. সংজ্ঞাবহ ও চেষ্টীয় নিউরনের পার্থক্য কি? নিউরনের সঙ্গে প্রান্তসন্নিকর্ষের কোন সম্বন্ধ আছে কি? ছবি এঁকে দেখাও। [What is the difference between sensory and motor neurones ? Is there any relation between neurone and synapse ? Show it with the help of a diagram.] [উঃ। 18.3 শেষাংশ ও 18.4 এর প্রথমাংশ দেখ]

18. প্রান্তসন্নিকর্ষ কয় প্রকার? যে কোন একটির লেবেলযুক্ত ছবি আঁক। [How many types of synapse are there ? Give a labelled diagram of any one of them.] [উঃ। 18.4 শ্রেণীবিভাগ দেখ]

19. একটি চেষ্টীয় প্রান্তফলকের আলট্রা গঠনের ছবি আঁক। [Draw an electron microscopic structure of a motor end plate.] [উঃ। 18.5 অন্তর্গত চিত্র দেখ]

20. মানুষের অগ্রমস্তিষ্কের বিভাগগুলির নাম কর। [Name the different regions of a human forebrain.] [উঃ। 18.8 অন্তর্গত তালিকা-1 দেখ]

21. পশ্চাৎমস্তিষ্ক কাকে বলে? এর সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশটির অবস্থান ছবি এঁকে দেখাও। [What is hindbrain or Rhombencephalon ? Show the position of its most important part with the help of a diagram.] [উঃ 18.8 অন্তর্গত তালিকা-1 ও 18.9 দেখ]

22. কর্পাস স্ট্রায়াটম কি ? সেরেব্রাল কর্টেক্সের কাজ কি ? [What is corpus striatum ? What are the functions of cerebral cortex ?] [উঃ । 18.10 ও 18.9 দেখ]

23. আন্তরমস্তিষ্কের প্রধান অংশগুলি কি কি ? এদের যে কোন একটির অবস্থান উল্লেখ কর। [What are the divisions of diencephalon ? Indicate the position of any one of them.] [উঃ । 18.12 দেখ]

24. মস্তিষ্ক প্রকোষ্ঠ কি ? মস্তিষ্ক প্রকোষ্ঠের ছবি এঁকে তাদের অবস্থান দেখাও । [What is the ventricle of brain ? Draw and indicate their position in the brain.] [উঃ । 18.16 দেখ]

25. সেরিব্রোস্পাইনাল রস কি ? এর পরিবহণ পথের চিত্র আঁক। [What is cerebrospinal fluid ? Draw and indicate its course of flow.] [উঃ । 18.17 দেখ]

26. প্রান্তস্থ নার্ভতন্ত্রের করোটিক নার্ভগুলির নাম কর। [Name the cranial nerves of peripheral nervous systems.] [উঃ । 18.18 অন্তর্গত তালিকা-2 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions]

27. গ্রাহকের কাজ কি ? যে কোন গ্রাহক কি যে কোন কাজ করতে পারে ? [What is the function of a receptor ? Can any one of the receptors do any type of function ?] [উঃ । 18.2 দেখ]

28. একটি শৈত্যানুভূতি, একটি তাপানুভূতি, একটি স্পর্শানুভূতি গ্রাহকের নাম কর। [Name one each of cold, heat and touch receptor.] [উঃ । 18.2 A দেখ]

29. অর্গান অব্ কর্টি কোন্ ধরনের গ্রাহক ? দেহের গভীরতম প্রদেশস্থ একটি গ্রাহকের নাম কর। [Which type of receptor is organ of corti ? Name one of the deep receptors.] [উঃ । 18.2 C ও B দেখ]

30. হাঁটুর ঝাকুনি কি ধরনের প্রতিবর্ত ক্রিয়া ? এখানে প্রান্তসন্নিকর্ষের সংখ্যা কটি ? [Which type of reflex action is related to knee jerk ? What is the number of synapse involved in it ?] [উঃ । 18.6 দেখ]

31. অন্তর্বর্তী নিউরন কাকে বলে ? ছবি এঁকে এর অবস্থান দেখাও। [What is an intermediate neurone ? Draw and locate its position.] [উঃ । 18.3 দেখ]

32. একটি রাসায়নিক প্রেরকের নাম কর। প্রান্তসন্নিকর্ষের কাজ ছবি এঁকে দেখাও। [Name a chemical transmitter. Show its function with the help of a diagram.] [উঃ । 18.4 (1) দেখ]

33. সোলফুট কাকে বলে ? একটি চেষ্টীয় প্রান্তফলকের ছবি এঁকে এর অবস্থান দেখাও। [What is a sole foot ? Draw a motor end plate and indicate its position.] [উঃ । 18.5 (1) দেখ]

34. মস্তিষ্কের প্রত্যক্ষ নিয়ন্ত্রণ ছাড়া অনুভূতি বোধকে কি বলে ? একটি উদাহরণ দিয়ে বিষয়টি বুঝিয়ে দাও। [What is the term applied to the method of perception of sense without brain's direct control ? Explain it with the help of an example.] [উঃ । 18.6 দেখ]

35. একটি জটিল প্রতিবর্ত চাপের ছবি এঁকে লেবেল কর। [Draw and label a complex reflex arc.] [উঃ । 18.7 দেখ]

36. গুরুমস্তিষ্ক কয়টি লোবে বিভক্ত এবং কি কি ? [In how many lobes is cerebrum divided ? What are those ?] [উঃ । 18.9 দেখ]

37 মধ্যমস্তিষ্কের কাজ কি ? [What are the functions of midbrain ?] [উঃ । 18.13 দেখ]

38. সুষুম্নাকাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের ছবি আঁক। [Draw a transverse section of a spinal cord.] [উঃ। 18.15 দেখ]

39. সেরিব্রোস্পাইনাল রসের কাজ কি? What is the function of cerebrospinal fluid ? [উঃ। 18.17 দেখ]

40. স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্রের প্রধান বিভাগ দুটির নাম কর। এদের কাজের বৈশিষ্ট্য কি? [Name two major divisions of autonomic nervous system. What is the speciality of its function ?] [উঃ। 18.19 দেখ]

41. নীচে কতকগুলি রাসায়নিক পদার্থের নাম করা হল। তাদের কাজের উল্লেখ কর। (a) অ্যাসিটাইলকোলিন, (b) নর্‌অ্যাড্রিনালিন, (c) হিস্টামিন, (d) কোলিন এস্টারেজ। [Below is given a list of chemical substances. State their functions : (a) Acetylcholine, (b) Noradrenaline, (c) Histamin, (d) Coline esterase.] [উঃ। 18.4 দেখ]

42. **পার্থক্য নির্দেশ কর** [Distinguish between]

(1) দূরগ্রাহক ও গভীরতম প্রদেশস্থ গ্রাহক [Telereceptors and Deep receptors] [উঃ। 18.2 দেখ]

(2) মেরুহীন ও ভ্রান্ত একমেরু নিউরন [Apolar and pseudounipolar neurone] [উঃ। 18.3 দেখ]

(3) অ্যাক্সো-সোমাটিক ও অ্যাক্সো-অ্যাক্সোনিক প্রান্তসন্নিকর্ষ [Axo-somatic and Axo-axonic synapse] [উঃ। 18.4 দেখ]

(4) সাপেক্ষ ও অনপেক্ষ প্রতিবর্ত ক্রিয়া [Conditioned and unconditioned reflex action] [উঃ। 18.6 (3) দেখ]

(5) সরল ও জটিল প্রতিবর্ত চাপ [Simple and complex reffex arc] [উঃ। 18.7 দেখ]

(6) অন্তরমস্তিষ্ক ও মধ্যমস্তিষ্ক [Diencephalon and Mesencephalon] [উঃ। 18.8 দেখ]

(7) সুষুম্নাকাণ্ড ও সুষুম্নাশীর্ষক [Spinal cord and Medulla oblongata] [উঃ। 18.15 ও 18.14 শেষাংশ দেখ]

(8) সিমপ্যাথেটিক ও প্যারাসিমপ্যাথেটিক নার্ভতন্ত্র [Sympathetic and Parasympathetic nervous system] [উঃ। 18.19 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টি নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

43. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টির নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর : [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences]:

(1) মাইজনার কণিকা একটি (প্রান্তসন্নিকর্ষ/গ্রাহক/রক্তের উপাদান)।

(2) চাপানুভূতির গ্রাহক হল (প্যাসিনিয়ান কণিকা/মার্কেলচক্র/রাফিনির প্রান্তস্থান)!

(3) মেরুহীন নিউরনে (কোষদেহ থাকে না/প্রবর্ধক থাকে না/মেরুরস থাকে না)।

(4) প্রান্তসন্নিকর্ষে অ্যাসিটাইলকোলিন নিঃসরণে সহায়তা করে (Ca^{++}/Na^{+}/K^{+})।

(5) নার্ভতন্তুর নগ্নপ্রান্তগুলিকে (চেষ্টীয় প্রান্তফলক/ডেনড্রাইট/সোলফুট) বলে।

(6) গুরুমস্তিষ্কের ঊর্ধ্বত্বক (ধূসরবস্তু/শ্বেতবস্তু) দ্বারা গঠিত।

(7) অক্ষিগোলক সংযোগকারী অন্যতম করোটিক নার্ভ হল (অলফ্যাক্টরী/অডিটরী/অকুলোমোটর)।

(8) সেরিব্রাল কর্টেক্সের বাঁদিকের প্রকোষ্ঠটির নাম (প্রথম ভেন্ট্রিকল/দ্বিতীয় ভেন্ট্রিকল/চতুর্থ-ভেন্ট্রিকল)।

(9) হাঁটুর ঝাঁকুনি একটি (দ্বিপ্রান্তসন্নিকর্ষীয়/একপ্রান্তসন্নিকর্ষীয়/বহুপ্রান্তসন্নিকর্ষীয়) প্রতিবর্তক্রিয়া।

(10) বেদনানুভূতির গ্রাহক (রাফিনির প্রান্তস্থান ও গলগি মাজনির প্রান্তস্থান/গলগি-টেনডন যন্ত্র/মুক্তনার্ভ প্রান্তসমূহ)।

(11) সুষুম্নাকাণ্ড (31/29/34) খণ্ডে বিভক্ত।

(12) নার্ভতন্ত্রের গঠনগত ও কার্যকরী একক হল (নিউরন/অ্যাক্সন/ডেনড্রাইট)।

(13) নার্ভতন্ত্রর মধ্যে দিয়ে উদ্দীপনা প্রবাহ (দ্বিমুখী/বহুমুখী/একমুখী)।

17. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) গ্রাহক (Receptor), (b) মাইজনার কণিকা (Meissner's corpuscles), (c) রাফিনির প্রান্তস্থান (Ruffini's end organs) ; (d) হাঁটুর ঝাঁকুনি (Knee jerk) ; (e) দূরগ্রাহক (Telereceptor) ; (f) ভ্রান্ত একমেরু নিউরন (Pseudounipolar neurone) ; (g) অ্যাক্সো-সোমাটিক প্রান্তসন্নিকর্ষ (Axosomatic synapse) ; (h) প্রান্তসন্নিকর্ষ স্ফীতি (Synaptic knob) ; (i) প্রেরক পদার্থ (Transmitter) ; (j) প্রান্তসন্নিকর্ষোত্তর ঝিল্লি (Post-synaptic membrane) ; (k) অ্যাসিটাইলকোলিন (Acetylcholine) ; (l) চেষ্টীয় প্রান্তফলক (Motor end plate) ; (m) প্রতিবর্ত চাপ (Reflex arc) ; (n) লঘুমস্তিষ্ক (Cerebellum) ; (o) পনস (Pons) ; (P) ক্রেনিওস্যাক্রাল নার্ভতন্ত্র (Craniosacral nervous system)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

19 ॥ পেশী-কঙ্কালতন্ত্র—গমন ॥

Syllabus : Musculo-Skeletal system—Locomotion.

19.1. সূচনা [Introduction]

কঙ্কালতন্ত্র দেহের ভার বহনকারী শক্ত কাঠামো। বিভিন্ন ধরনের কঙ্কালপেশী (Skeletal muscles) কাঠামোটির বিভিন্ন অংশকে নাড়াচাড়া করতে সাহায্য করে। কঙ্কাল ও কঙ্কাল-সংলগ্ন পেশী একত্রে গঠন করে **পেশী-কঙ্কালতন্ত্র***। পেশী-কঙ্কালতন্ত্র এমন এক যান্ত্রিক পদ্ধতি—যা মেরুদণ্ডী প্রাণীকে জৈব বিবর্তনের বন্ধুর পথ অতিক্রম করতে সাহায্য করেছে। এই যৌথ তন্ত্রের সাহায্যে তারা যে কেবল চলন ও গমনে সক্ষম তাই নয়, বিভিন্ন আন্তরযন্ত্রকে ধরে রাখতে ও তাদের রক্ষা করতে যৌথ তন্ত্রটি সমান তৎপর। মানুষের ক্ষেত্রে পেশী কঙ্কালতন্ত্র সর্বোন্নত, যার ফলে মানুষ দু'পায়ে ভর দিয়ে খাড়াভাবে দাঁড়িয়ে ইচ্ছা মতো চলাফেরা করতে পারে।

19.2. পেশী-কঙ্কালতন্ত্রের গঠন [Composition of Musculo-Skeletal System]

পেশী-কঙ্কালতন্ত্র প্রধানত চারটি অংশ নিয়ে গঠিত, যেমন—(1) **অস্থি**, (2) **পেশী**, (3) **টেণ্ডন** ও (4) **লিগামেন্ট**।

(1) **অস্থি** (Bone) : অস্থি একপ্রকার যোগকলা। কঙ্কালতন্ত্রের একক হল অস্থি। অস্থিগুলি অঙ্গের কাঠামো তৈরী করা ছাড়াও তাদের আকৃতি প্রদান করে। সন্ধি (joint) মাধ্যমে অস্থিগুলি পরস্পর সংলগ্ন থাকে।

(2) **পেশী** (Muscle) : দেহের অঙ্গপ্রত্যঙ্গকে নাড়াচাড়া করতে সাহায্যকারী অস্থি-সংলগ্ন পেশীগুলি অরেখ (straited), স্থিতিস্থাপক ও সংকোচন-প্রসারণশীল। এই ধর্মই পেশী-সংলগ্ন অস্থিকে নড়াচড়া করতে সাহায্য করে।

(3) **কণ্ডরা** বা **টেণ্ডন** (Tendons) : পেশীপ্রান্ত ক্রমশঃ সরু হয়ে কণ্ডরা বা টেণ্ডন গঠন করে। টেণ্ডন দ্বারাই পেশী কঙ্কালের সঙ্গে যুক্ত থাকে। পেশী ও টেণ্ডনের প্রকৃতি প্রায় এক।

(4) **বন্ধনী** বা **লিগামেন্ট** (Ligaments) : সংলগ্ন দুটি অস্থির মধ্যে সংযোগ রক্ষাকারী অঙ্গ হ'ল **বন্ধনী** বা লিগামেন্ট। এগুলি তন্তুময় কলায় গঠিত সংকোচন ও প্রসারণশীল, ঘাতসহ, নমনীয় অথচ শক্ত পদার্থ। বন্ধনী প্রধানত অস্থির **সন্ধি** (joint) অঞ্চলে থেকে সংলগ্ন দুটি অস্থির মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে।

* 15 অধ্যায়ে পেশীতন্ত্র ও কঙ্কালতন্ত্র সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

19.3. সন্ধি [Joints]

দুটি অস্থির সংযোগস্থলকে **সন্ধি** বলে। সন্ধি প্রধানত **চারপ্রকার** (1) **তন্তুময়** বা **অচলসন্ধি** (2) **বন্ধনীময়**, (3) **তরুণাস্থিময়** ও (4) **সিনোভিয়াল**।

(1) **তন্তুময়** (Fibrous) বা **অচলসন্ধি** (Immovable joints) : এক্ষেত্রে অস্থি-প্রান্তগুলি তন্তুময় কলার দ্বারা দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন থাকে। সেজন্য এদের নড়াচড়া সম্ভব নয়। করোটি অস্থিখণ্ডগুলি এই ধরনের সন্ধি দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে।

(2) **বন্ধনীময়** (Ligamentous joints) : যে সন্ধিতে সংলগ্ন অথচ পরস্পর থেকে দূরে অবস্থিত দুটি অস্থি বন্ধনী দ্বারা যুক্ত থাকে তাকে বন্ধনীময় বা লিগামেণ্টাস সন্ধি বলে। রেডিয়স ও আলনার মধ্য সংযোগস্থল এর উদাহরণ।

(3) **তরুণাস্থিময়** (Cartilagenous joints) : এই ধরনের সন্ধিস্থলে দুটি সংলগ্ন অস্থির মাঝখানে সামান্য নড়াচড়া করতে সক্ষম তরুণাস্থি থাকে। মেরুদণ্ডের দুই কশেরুকার (vertebra) মধ্যে এই ধরনের সন্ধি বর্তমান।

(4) **সিনোভিয়াল সন্ধি** (Synovial joints) বা **সচল সন্ধি** (Movable joints) : এই সন্ধি সংলগ্ন অস্থিগুলি সর্বাধিক সচল। এই ধরনের সন্ধির ভিতরের গহ্বর সিনোভিয়াল ঝিল্লী দ্বারা আবৃত থাকে। সন্ধির অস্থিদ্বয় বন্ধনী (ligament) দ্বারা যুক্ত থাকে। উপরিউক্ত ঝিল্লী থেকে নিঃসৃত হয় **সিনোভিয়াল তরল**। শ্লেষ্মাপ্রধান, পীতাভ ও পিচ্ছিল এই রস সন্ধিস্থল পিচ্ছিল রাখে; যার ফলে অস্থিগুলি কোনরূপ বাধার সম্মুখীন না হয়ে সর্বদা সচল থাকে।

অস্থিপ্রান্তের আকৃতি এবং চলন বৈচিত্র্যের উপর নির্ভর ক'রে সিনোভিয়াল সন্ধিকে নানা ভাগে ভাগ করা হয় যেমন—

(i) **সমতল সন্ধি** (Plane joint) : সাধারণত এই ধরনের সন্ধি দ্বারা যুক্ত অস্থিগুলির অধিকাংশই চ্যাপ্টা। যেমন—করতলের কারপাল ও পদতলের টারসাল অস্থির সংযোগস্থল।

(ii) **স্যাডল সন্ধি** (Saddle joint) : এই ধরনের সন্ধির অস্থির আকৃতি ঘোড়ার জীনের মতো। এখানে দুটি অস্থিই নড়াচড়া করতে পারে। যেমন—বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠের কারপাল ও মেটাকারপাল অস্থির সন্ধিস্থল।

(iii) **বল ও সকেট সন্ধি** (Ball and Socket joint) : একটি অস্থির গহ্বরে সংলগ্ন অন্য অস্থিটির গোলাকার মস্তক স্থাপিত হয়ে এই ধরনের সচল সন্ধি গঠিত হয়। যেমন — স্কন্ধসন্ধি (Shoulder joint) ও নিতম্ব সন্ধি (Hip joint)।

(iv) **পিভট সন্ধি** (Pivot joint) : এই ধরনের সন্ধিতে একটি অস্থির গোলাকার অংশের উপরে এক বা একাধিক অস্থি আবর্তিত হয়। যেমন—মেরুদণ্ডের প্রথম কশেরুকা (Altas) ও দ্বিতীয় কশেরুকার (Axis) সংযোগস্থল এবং মেরুদণ্ডের সঙ্গে করোটির সংযোগস্থল।

(v) **কব্জা সন্ধি** (Hinge joint) : এই সন্ধিসংলগ্ন অস্থিগুলি কব্জার মতো কাজ করে। অস্থিগুলি একটি মাত্র তলেই (সামনে বা পিছনে) কেবল নড়াচড়া করে। এটি কনুই, জানু বা হাঁটুতে দেখা যায়।

(vi) **কৌণিক সন্ধি** (Angular joint) : এই ধরনের সন্ধিতে অস্থিগুলি একটি মাত্র অক্ষেই নড়াচড়া করতে পারে। ফলে সন্ধির কৌণিক দূরত্ব বাড়ে বা কমে।

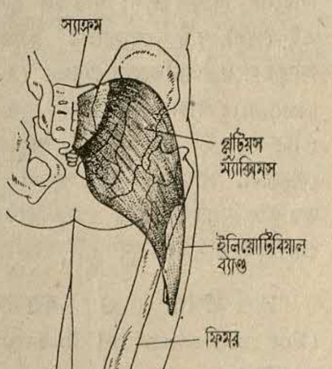
19.4. গমনে পেশী-কঙ্কালতন্ত্রের ভূমিকা [Role of mosculo-skeletal system in Locomotion]

স্থান থেকে স্থানান্তরে যাওয়াকে **গমন** বলে। মানুষের ক্ষেত্রে গমনে প্রধান ভূমিকা গ্রহণ করে পা। পা-কে সচল রাখতে বা তাকে ছন্দোবদ্ধভাবে আন্দোলিত করতে বিভিন্ন পেশী পায়ের ও শ্রোণীর অস্থির সঙ্গে যুক্ত থাকে। এইসব অস্থি-সংলগ্ন পেশীর সংকোচন ও শৈথিল্যের ফলেই গমন সম্ভব হয়। তাছাড়া উপরে বর্ণিত সন্ধিগুলিই গমনাগমনে সক্রিয় ভূমিকা পালন করে। মনে রাখতে হবে, অস্থির দু'পাশের পেশীগুলির কর্মক্ষমতা পরস্পর-বিরোধী (antagonistic)। এই কারণেই অস্থির একদিকের পেশী যখন সংকুচিত হয় অন্যদিকের পেশী তখন শিথিল থাকে। এইভাবে পেশীগুলির ছন্দোবদ্ধ চলনের জন্যই সংলগ্ন পেশী ও সন্ধির চলাচল সম্ভব হয়।

নীচে মানুষের গমন-সংক্রান্ত পেশী ও কঙ্কাল সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হল।

A. **পদ-সঞ্চালনে** (For movement of legs) :

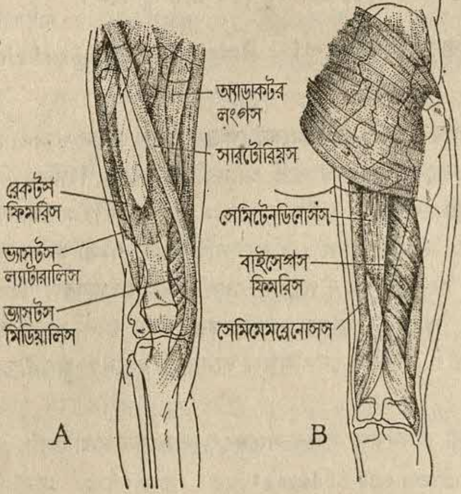
গ্লুটিয়স ম্যাক্সিমস (Gluteus maximus) শ্রোণীদেশের একটি বড়সড় পেশী। এই পেশী **শ্রোণীচক্রের সঙ্গে ফিমরের সংযোগ ঘটায়** (চিত্র : 19.1)। পেশীটির সংকোচনের ফলে সিঁড়ি ভেঙ্গে ওপরে ওঠার সময় জানু (thigh) প্রসারিত হয়। দাঁড়িয়ে থাকার সময়েও এই পেশীই দেহের ভার বহন করতে সাহায্য করে। 19.2A চিত্রে দেখানো **কোয়াড্রিসেপস ফিমরিস** (Quadriceps femoris) পেশী শ্রোণীদেশ থেকে টিবিয়া পর্যন্ত বিস্তৃত। পেশীটি পাঁচটি ভাগে ভাগ হয়ে (**অ্যাডাকটর লংগস, সারটোরিয়স, রেকটস ফিমরিস, ভাসটস ল্যাটারালিস ও ভাসটস মিডিয়ালিস**) ফিমরের সামনের ও পাশের অংশকে ঢেকে রাখে। কোয়াড্রিসেপের সংকোচনের ফলে পায়ের নীচের অংশ টানটান হয়ে ছড়িয়ে যায়। ফুটবল কিক্ করার সময় এমনটি ঘটে।



চিত্র :19.1 গ্লুটিয়স ম্যাক্সিমস—পদ সঞ্চালনে ব্যবহৃত সুবৃহৎ পেশী

ফিমরের পিছন দিকে সংলগ্ন পেশীগুলিকে চিত্র 19.2Bতে দেখানো হয়েছে। এগুলি হল **বাইসেপস ফিমরিস, সেমিটেনডিনোসস,** এবং **সেমিমেমব্রেনোসস**। এগুলির ক্রিয়াকলাপ কোয়াড্রিসেপ ফিমরিসের ঠিক উল্টো, যার ফলে এরা পায়ের নিম্নাংশকে ভাঁজ হতে সাহায্য করে। এইভাবে পা একবার ভাঁজ হয়ে ও পরক্ষণে প্রসারিত হয়ে নতুন স্থানে স্থাপিত হয় এবং দেহকে স্থানান্তরে নিয়ে চলে।

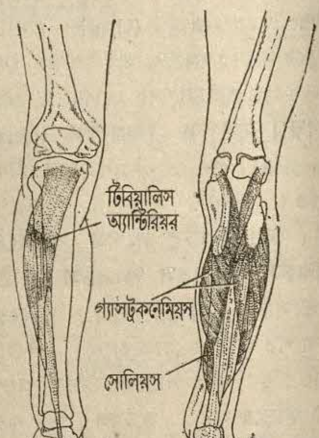
পায়ের সঙ্গে পায়ের পাতা যদি গমনে সক্রিয় ভূমিকা পালন না করে তবে গমনাগমন মোটেই সম্ভব নয়। গমনের সময় পায়ের পাতাকে তুলে অন্যত্র স্থাপন করতে হয়।



চিত্র : 19.2 কোয়াড্রিসেপস ফিমরিস (A) ও ফিমরের পিছন দিকে সংলগ্ন পেশীসমূহ (B)

পা-কে উপর দিকে টেনে তোলে **টিবিয়ালিস অ্যান্টিরিয়র** পেশী। এটি টিবিয়ার পাশ দিয়ে কিভাবে বিন্যস্ত থাকে 19.3A চিত্রে তা দেখানো হল। হাঁটার সময় এই পেশীটির ব্যবহারের ফলে পায়ের আঙ্গুল মাটি স্পর্শ করার আগে পায়ের গোড়ালি মাটি স্পর্শ করে।

পায়ের নিম্নাংশে পিছনের দিকের পেশী দুটি হল **সোলিয়স ও গ্যাসট্রকনেমিয়স** (চিত্র : 19.3B)। এই পেশী দুটি গোড়ালির ক্যালকেনিয়ম অস্থির সঙ্গে অ্যাকিলেস টেনডন (Achilles tendon) দ্বারা যৌথভাবে যুক্ত থাকে, (চিত্র : 15.7) পেশী দুটি সঙ্কুচিত হয়ে দৌঁড়ানো, লাফানো বা পায়ের আঙ্গুলে ভর করে দাঁড়াবার সময় গোড়ালিকে উপরে টেনে তুলতে সাহায্য করে।

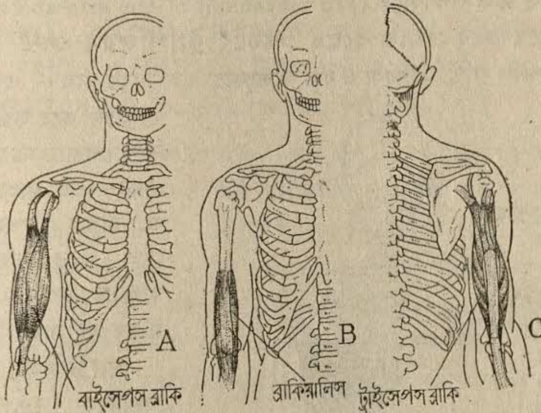


চিত্র : 19.3 নিম্নপদের পেশীসমূহ

B, **প্রগণ্ড ও হস্তসঞ্চালনে** (For movement of forearm and hand) :

গমনাগমনে পায়ের মুখ্য ভূমিকা থাকলেও প্রগণ্ড ও হস্ত নিশ্চল থাকে না—তারাও সক্রিয় হয়। **বাইসেপস ব্রাকি** নামে বড় পেশীটি প্রগণ্ডাস্থি বা হিউমেরসকে সামনের দিক থেকে ঢেকে রাখে (চিত্র 19.4 A)। এই পেশীটি স্কাপুলা অস্থিকে রেডিয়সের উপরের অংশের সঙ্গে যুক্ত রাখে। গমনের সময় হস্তকে সামনের দিকে ভাঁজ হয়ে যেতে বাইসেপস ব্রাকি সাহায্য করে। চিত্র 19.4Bতে দেখানো **ব্রাকিয়ালিস** পেশীটি হিউমেরসের সম্মুখভাগে যুক্ত থেকে আলনা পর্যন্ত বিস্তৃত

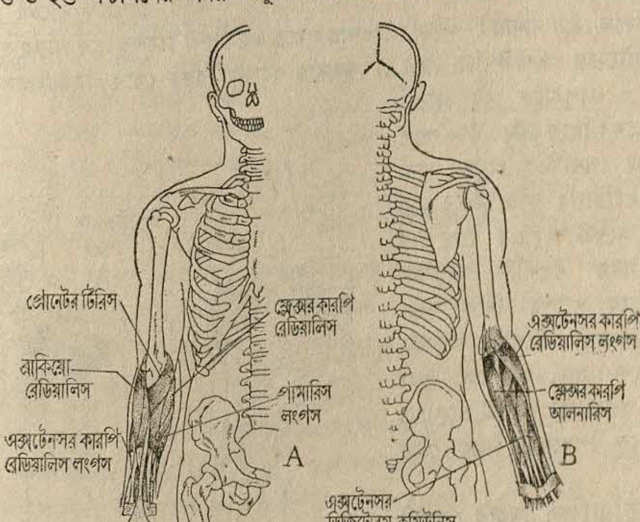
হয়। এটি নিম্ন হস্তের ফ্লেক্সিয়নে সহায়তা করে। এদিকে বাইসেপস ব্রাকির উল্টো কাজ করে **ট্রাইসেপস ব্রাকি** (চিত্র ঃ 19.4C) ; অর্থাৎ এটি সামনের দিকে ভাঁজ হওয়া হস্তকে



চিত্র : 19.4 প্রগণ্ডের পেশীসমূহ

প্রসারিত করে। মনে রাখতে হবে, **বাইসেপস পেশী যখন সংকুচিত হয় ট্রাইসেপস তখন প্রসরিত হয়,** আবার **ট্রাইসেপস যখন সংকুচিত হয় বাইসেপস তখন প্রসারিত হয়**। এইভাবে হস্তের সামনে-পিছনে সঞ্চালন সম্ভব হয়। ট্রাইসেপস পেশীটি হিউমেরসের পিছনে বিস্তৃত থাকে এবং স্কাপুলা ও হিউমেরস প্রান্তকে আলনার সঙ্গে যুক্ত রাখে।

প্রগণ্ড ও হস্ত সঞ্চালনের সময় অঙ্গুলি সঞ্চালনে প্রয়োজন হতে পারে। এই কাজে



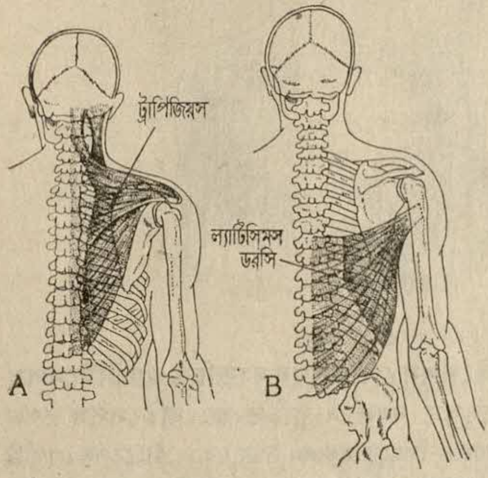
চিত্র ঃ 19.5 হস্ত ও অঙ্গুলি সঞ্চালনে ব্যবহৃত কয়েকটি পেশী

সাহায্যকারী পেশীগুলির অধিকাংশই হস্তে বিন্যস্ত থাকে। এদের টেণ্ডণগুলিই কেবল অঙ্গুলি

অস্থিতে গিয়ে তাদের নড়াচড়া করতে সাহায্য করে। এমনি কতকগুলি পেশী চিত্র : 19.5তে দেখানো হল।

C. **বাহু ও স্কন্ধ সঞ্চালনে** (For movemont of the arm and shoulder)

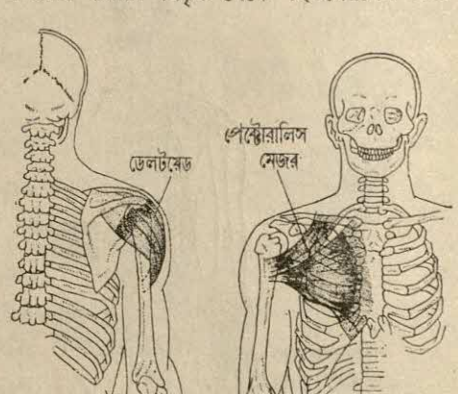
19.6A চিত্রে যেভাবে দেখানো হয়েছে সেইভাবে **ট্রাপিজিয়স** পেশী ক্লাভিকল ও স্কাপুলাকে অক্সিপিটাল অস্থি, কশেরুকা ও বক্ষ কশেরুকার সঙ্গে সংযুক্ত করে। এই পেশীগুলি সংকুচিত হয়ে স্কন্ধকে বিভিন্ন দিকে ঘোরাতে সাহায্য করে। যেমন —এটি কাঁধকে ঝাঁকাতে বা কাঁধকে পিছনের দিকে ঠেলে দিতে সাহায্য করে। স্কাপুলার উপরে এই পেশীর অস্তিত্ব টের পাওয়া যায়।



চিত্র : 19.6 স্কন্ধ ও বাহু সঞ্চালনে ব্যবহৃত পেশী—ট্রাপিজিয়স (A) ও ল্যাটিসিমস ডরসি (B)

ল্যাটিসিমস ডরসি পেশীটিকে 19.6B চিত্রে দেখানো হয়েছে। এটি হিউমেরসকে নিম্ন কশেরুকা ও শ্রোণী-দেশের সঙ্গে যুক্ত করে। চিত্রে দেখা যাচ্ছে পিঠের দিকে এটি থোরাসিক ও লাম্বার অঞ্চলকে ঢেকে রাখে। পেশীটি সংকুচিত হয়ে প্রগণ্ডকে নীচের দিকে ও পিছনের দিকে টেনে নামায়। সাঁতার দেওয়ার সময়ে এই পেশী বিশেষভাবে সক্রিয় হয়।

ডেলটয়েড পেশীটি (চিত্র 19.7A) স্কন্ধসন্ধি বরাবর বিস্তৃত থেকে হিউমেরসের সঙ্গে ক্লাভিকল ও স্কাপুলাকে যুক্ত করে। হাতের পাশের দিকে উঠিয়ে কাঁধ স্পর্শ করলে এই পেশীটিকে অনুভব করা যায়। ডেলটয়েডের কাজ নির্ভর করে এর কোন্ অংশটি সংকুচিত হচ্ছে তার উপর। সমগ্র পেশীটি সংকুচিত হলে বাহুকে পাশের দিকে তুলে ধরে। সম্মুখবর্তী অংশটি সংকুচিত হলে বাহুকে সামনের দিকে তুলে ধরে এবং পশ্চাৎবর্তী অংশটি সংকুচিত হলে বাহুকে পিছনের দিকে টেনে ধরে।



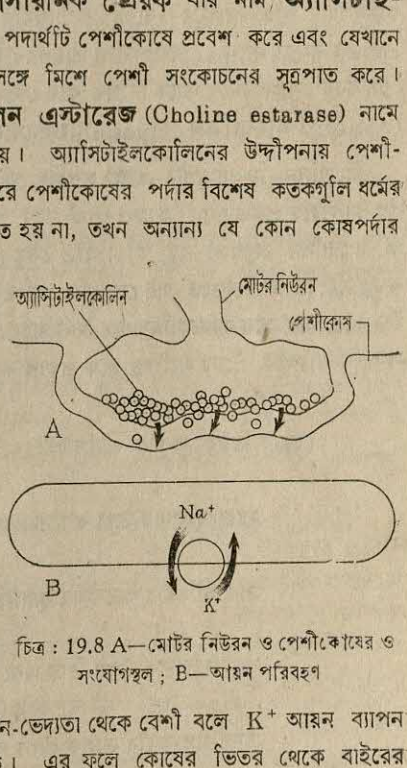
চিত্র : 19.7 ডেলটয়েড (A)ও পেক্টোরালিস মেজর (B) পেশী

পেক্টোরালিস মেজর পেশীটি বুকের ঊর্ধাংশকে ঢেকে রাখে (চিত্র : 19.7B)। এটি ক্লাভিকল ও স্টার্নমকে হিউমেরসের সঙ্গে যুক্ত রাখে। এটিও বাহুকে সামনের দিকে টেনে তুলতে সাহায্য করে।

19.5. পেশী সংকোচন পদ্ধতি [Mechanism of muscular contraction]

গমন বা শারীরিক অঙ্গপ্রত্যঙ্গ সঞ্চালনের সঙ্গে পেশীর সংকোচন ও প্রসারণ জড়িত। অস্থিপেশীর কোন কোষকে সংকুচিত করতে হলে চেষ্টীয় বা মোটর নিউরন দ্বারা সেটিকে উদ্দীপ্ত করতে হয়। পেশীকোষের সারকোলিমা থেকে মোটর নিউরনটি একটি ক্ষুদ্র স্থান দ্বারা পৃথক থাকে (চিত্র 19.8A)। নিউরন ও পেশীকোষের এই সংযোগস্থলটিকে নিউরোমাসকুলার সংযোগস্থল (neuro-muscular junction) বলে।

মোটর নিউরন কিভাবে পেশীকোষকে উদ্দীপ্ত করে? পদ্ধতিটির সঙ্গে জড়িয়ে আছে মোটর নিউরন প্রান্ত থেকে নিঃসৃত একটি **রাসায়নিক প্রেরক** যার নাম **অ্যাসিটাইলকোলিন** (Acetylcholine)। নিঃসৃত পদার্থটি পেশীকোষে প্রবেশ করে এবং যেখানে সারকোলিমার (প্রথম খণ্ডের 5.14 দেখ) সঙ্গে মিশে পেশী সংকোচনের সূত্রপাত করে। সংকোচনের সূত্রপাতের সঙ্গে সঙ্গে **কোলিন এস্টারেজ** (Choline estarase) নামে এনজাইম দ্বারা অ্যাসিটাইলকোলিন ভেঙ্গে যায়। অ্যাসিটাইলকোলিনের উদ্দীপনায় পেশীকোষের সাড়া দেওয়া বা না দেওয়া নির্ভর করে পেশীকোষের পর্দার বিশেষ কতকগুলি ধর্মের উপর। বিশ্রামাবস্থায় পেশী যখন সংকুচিত হয় না, তখন অন্যান্য যে কোন কোষপর্দার মতো পেশীপর্দাও কোষের ভিতর থেকে বাইরে এবং বাইরে থেকে ভিতরে যথাক্রমে সোডিয়ম (Na^+) ও পটাশিয়ম (K^+) আয়ন সক্রিয়ভাবে পরিবহণ (actively transport) করে (চিত্র 19.8B)।



চিত্র : 19.8 A—মোটর নিউরন ও পেশীকোষের ও সংযোগস্থল ; B—আয়ন পরিবহণ

এইভাবে সক্রিয় পরিবহণের ফলে কোষ-বহির্ভূত তরলের (extracellular fluid) Na^+ ঘনত্ব কোষমধ্যস্থ Na^+ ঘনত্বের চেয়ে বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। ঠিক একইভাবে কোষমধ্যস্থ K^+ ঘনত্ব কোষ বহির্ভূত তরলের K^+ ঘনত্ব থেকে বেড়ে যায়। পেশীকোষের K^+ আয়ন-ভেদ্যতা Na^+ আয়ন-ভেদ্যতা থেকে বেশী বলে K^+ আয়ন ব্যাপন ক্রিয়ায় কোষের বাইরে চলে আসতে থাকে। এর ফলে কোষের ভিতর থেকে বাইরের দিকে (+) তড়িতাধান প্রবাহ চলতে থাকে। এইভাবে পেশীকোষের পর্দার পোলারাইজেশান (Polairzation) শুরু হয়।

কিন্তু অ্যাসিটাইলকোলিন পেশীকোষের সংস্পর্শে আসায় সঙ্গে সঙ্গে ব্যাপন স্থানের পর্দায় ভেদ্যতার পরিবর্তন ঘটে এবং Na^+ ও K^+ আয়নের ভেদ্যতায় সমতা আনে। ফলে K^+ যে হারে পেশীকোষের বাইরে আসতে থাকে, ঠিক সেই হারেই Na^+ কোষের মধ্যে ঢুকতে থাকে এবং নিউরোমাসকুলার সংযোগস্থলে পেশীকোষের পর্দা আবার **ডিপোলারাইজড** (depolarised) হয়ে যায়। একই পেশীকোষ বারবার ব্যবহৃত হয় বলে পর্দার ডিপোলা-

রাইজেশনকে অনুসরণ করে চলে **রিপোলাইজেশান** (Repolarisation)—যার ফলে কোষপর্দা তার নিজস্ব পোলারিটি ফিরে পায়।

পোলারাইজেশনের একটি ঢেউকে রিপোলারাইজেশানের আর একটি ঢেউ অনুসরণ করাকে **আবেগ** (impulse) বলা হয়।

অ্যাসিটাইলকোলিন দ্বারা সূচিত আবেগ পেশীতন্তুর সারকোলিমা থেকে পেশীকোষের গভীরে বিন্যস্ত t-টিউবিউলে প্রবাহিত হয়। t-টিউবিউলের ডিপোলারাইজেশান মাধ্যমে উদ্দীপ্ত হয়ে সংলগ্ন **সারকোপ্লাজমীয় জালক** (Sarcoplasmic reticulum) ক্যালসিয়াম পরিত্যাগ করে—যা সারকোপ্লাজমীয় জালকনালীতে (Sarcoplasmic reticular canal) জমতে থাকে। ক্যালসিয়ম তারপর **ট্রোপোনিন** (Troponin) নামে এক প্রকার প্রোটিনের সঙ্গে মিশে তাকে নিষ্ক্রিয় করে ফেলে, স্বাভাবিক সক্রিয় অবস্থায় যেটি **অ্যাকটিন** (Actin) ও **মায়োসিন** (Myosin) ফিলামেণ্টের পারস্পরিক ক্রিয়াকে প্রতিহত করে।

মায়োসিন ফিলামেণ্টের সঙ্গে সম্পর্ক রেখে কিভাবে অ্যাকটিন ফিলামেণ্টগুলি সংকুচিত হয় সে সম্বন্ধে প্রকৃত ধারণা আজও স্পষ্ট নয়। তবে প্রচলিত মতবাদ হল এই যে, অ্যাকটিন ও মায়োসিন অণুগুলি বহু আড়াআড়ি সেতু (cross bridge) দ্বারা যুক্ত। ATP শক্তি ও ক্যালসিয়মের উপস্থিতিতে সেই সেতুগুলি এমনভাবে বেঁকে যায় যাতে অ্যাকটিন ফিলামেণ্টে টান ধরে, যার ফলে সারকোমিয়ারের দৈর্ঘ্য কমে এবং পরিশেষে পেশীকোষ সংকুচিত হয়। সমগ্র ঘটনাক্রমকে নীচের সংক্ষিপ্ত ছকে প্রকাশ করা সম্ভব :

মোটর নিউরন কর্তৃক অ্যাসিটাইলকোলিন পরিত্যাগ

↓

সারকোলিমার মধ্যে অ্যাসিটাইলকোলিনের অনুপ্রবেশ (ব্যাপন ক্রিয়ায়)

↓

সারকোলিমায় আবেগের সূত্রপাত

↓

সারকোলিমার উপর দিয়ে এবং t-টিউবিউল পথে আবেগের পরিব্যাপ্তি

↓

সারকোপ্লাজমীয় জালক থেকে ক্যালসিয়ম নিঃসরণ

↓

ক্যালসিয়ম দ্বারা ট্রোপোনিনকে নিষ্ক্রিয়করণ

↓

অ্যাকটিন ফিলামেণ্টে টান সৃষ্টি

↓

সারকোমিয়রের দৈর্ঘ্য হ্রাস

↓

পেশীকোষের সংকোচন

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long Answer/Essay type questions]

1. পেশী-কঙ্কালতন্ত্র কাকে বলে? পেশী-কঙ্কালতন্ত্রের অংশগুলি কি কি? [What is musculo-skeletal system ? What are the constituent parts of this system ?] [উঃ। 19.1 ও 19.2 দেখ]

2. সন্ধি কাকে বলে? বিভিন্ন প্রকার সন্ধি সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা কর। [What is a joint ? Discuss in detail about various types of joints.] [উঃ। 19.3 দেখ]

3. পেশী-কঙ্কালতন্ত্রের সাহায্যে গমন পদ্ধতির উপর সংক্ষিপ্ত রচনা লেখ। [Write a short essay on locomotion helped by musculo-skeletal system.] [উঃ। 19.4 দেখ]

4. পেশী-সঞ্চালন কিভাবে সম্ভব? পদ্ধতিটির রাসায়নিক ভিত্তি সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা কর। [How is movement of muscles effected ? Discuss the chemical basis of the process in detail.] [উঃ। 19.5 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

5. লিগামেন্ট কি? টেণ্ডণ ও লিগামেন্টের তফাৎ কি? [What is a ligament ? What is the difference between tendon and ligament ?] [উঃ। 19.2 (3) ও (4) দেখ]

6. সিনোভিয়াল সন্ধি বলতে কি বোঝ? বিভিন্ন প্রকার সিনোভিয়াল সন্ধি সম্বন্ধে যা জান লেখ। [What do you understand by Synovial joint ? Write what you know about various types of synovial joints.] [উঃ। 19.3 (4) দেখ]

7. গমনে পদসঞ্চালন পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। [Explain the mechanism of movement of legs during locomotion.] [উঃ 19.4 A দেখ]

8. পেশীসংকোচনে অ্যাসিটাইলকোলিনের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। [Critically estimate the role of acetylcholine in muscular contraction.] [উঃ। 19.5 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

9. সন্ধির কাজ কি? বল ও সকেট সন্ধি কাকে বলে? [What is the function of a joint ? What is called ball and socket joint ?] [উঃ। 19.3 দেখ]

10. গ্লুটিয়স ম্যাক্সিমসের কাজ কি? এটি কোথায় অবস্থিত? [What is the function of gluteus maximus ? Where is it located ?] [উঃ। 19.4 A দেখ]

11. বাইসেপস ব্রাকি ও ট্রাইসেপস ব্রাকির কাজ কি? [What are the functions of biceps brachii and triceps brachii ?] [উঃ। 19.4 B দেখ]

12. বাহু ও স্কন্ধ সঞ্চালনে অংশগ্রহণকারী পেশীগুলির নাম কর। [Name the muscles that move the arms and shoulders.] [উঃ। 19.4 B দেখ]

13. পেশীসংকোচনে কার ভূমিকা মুখ্য? এই সম্পর্কে ক্যালসিয়ম আয়নের কাজের উল্লেখ কর। [Who plays the principal role in muscular contraction ? State the function of calcium ion in this regard.] [উঃ। 19.5 দেখ]

14. ট্রোপোনিন কি? এর কাজ কি? [What is troponin ? What is its function ?] [উঃ 19.5 দেখ]

15. **শূন্যস্থান পূর্ণ কর :** [Fill in the blanks]

(1) যেখানে দুটি অস্থিই নড়াচড়া করতে পারে সেই সন্ধিকে —বলে।

(2) — পেশীটি হিউমেরসকে নিম্নকশেরুকা ও শ্রোণীদেশের সঙ্গে যুক্ত করে।

(3) — পেশীটি বুকের উর্ধ্বাংশকে ঢেকে রাখে।

(4) নিউরন ও পেশীকোষের সংযোগস্থলকে — বলে।

(5) পেশীকোষকে উদ্দীপ্ত করে — নিউরন।

(6) অ্যাসিটাইলকোলিনকে ভেঙ্গে দেয় — এনজাইম।

16. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) ডিপোলারাইজেশান (Depolarisation) ; (b) আবেগ উৎপাদন (Initiation of an impulse) ; (c) ট্রোপোনিন (Troponin) ; (d) বল ও সকেট সন্ধি (Ball and Socket joint); (e) লিগামেন্ট (Ligament) ; (f) সিনোভিয়াল সন্ধি (Synovial joint) ; (.) ট্রাপিজিয়স (Trapigeus) ; (h) অ্যাকটিন ফিলামেন্ট (Actin filament)।

[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

20 ॥ বিপাকজাত রেচন পদার্থ ॥

Syllabus : Structure of kidney. Nephron—its parts and their functions. Normal and abnormal composition of urine. Excretion through lungs and skin.

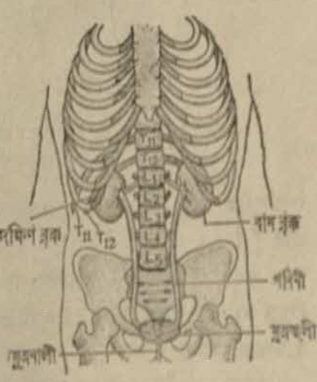
20.1. সূচনা [Introduction]

বিপাকের ফলে দেহে নানারকম বর্জ্যপদার্থ উৎপন্ন হয়। সেগুলির মধ্যে অতিরিক্ত, অপ্রয়োজনীয় এবং ক্ষতিকর পদার্থগুলিকে সময়মতো দেহমুক্ত করা প্রয়োজন। এই কার্জটি সুষ্ঠুভাবে পরিচালনা করার দায়িত্ব রেচনতন্ত্রের। রেচনতন্ত্র বলতে সর্বাগ্রে বৃক্কের কথা মনে এলেও যকৃৎ, লালাগ্রন্থি, পাকস্থলী-অন্ত্র এবং বিশেষ করে ফুসফুস ও ত্বক হল অন্যতম রেচন মাধ্যম। তবে বৃক্কের গুরুত্বই সর্বাধিক। কেননা প্রতি হৃৎচক্রে বাম নিলয় থেকে নির্গত সমগ্র রক্তের প্রায় $\frac{1}{4}$ অংশ পরিস্রাবণের জন্য বৃক্ক ধমনী মাধ্যমে বৃক্কে পাঠানো হয়।

20.2 মানুষের বৃক্ক [Human kidney]

(i) **অবস্থান (Location) :** উদর গহ্বরের পৃষ্ঠদেশে মেরুদণ্ডের দু'পাশে দুটি বৃক্ক অবস্থিত (চিত্র 20.1)। বামবৃক্ক ডানবৃক্ক অপেক্ষা সামান্য নীচে অবস্থান করে।

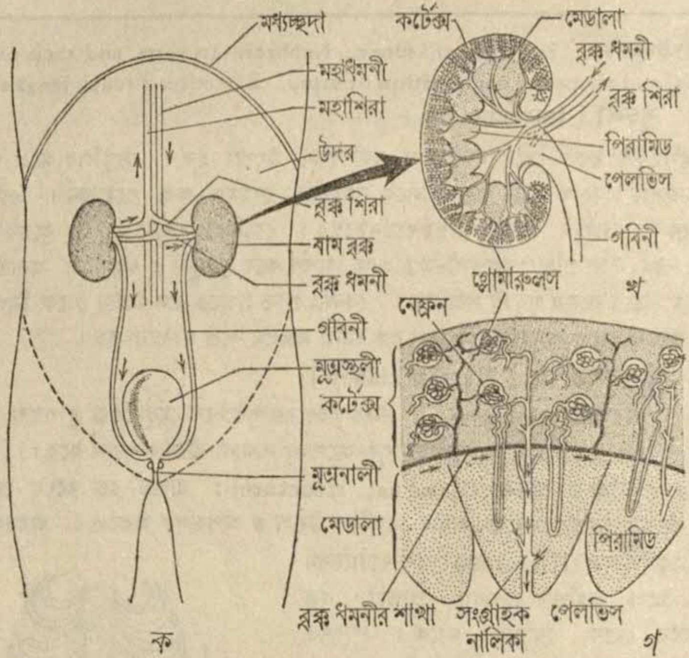
(ii) **বাহ্যিক গঠন (External structure) :** বাদামী-রক্ত বর্ণের প্রতিটি বৃক্ক সীম বীজের মতো দেখতে—অর্থাৎ একদিক উত্তল ও অপরদিক অবতল। অবতল অংশের ভাঁজটিকে **হিলস** (Hilus) বলে। পেরিটোনিয়ম থলির মধ্যে অবস্থিত হওয়ায় প্রতিটি বৃক্ক দেহগহ্বর থেকে বিচ্ছিন্ন থাকে। পরিণত একটি বৃক্কের দৈর্ঘ্য 11 সেন্টিমিটার, প্রস্থ 6 সেন্টিমিটার, পুরু 3 সেন্টিমিটার। এর ওজন 130—150 গ্রামের মতো। প্রতিটি বৃক্কের উপরে অ্যাড্রিনাল গ্রন্থি যুক্ত থাকে। বৃক্কের অবতল (হিলস) অংশ থেকে বৃক্কশিরা (Renal vein), গবিনী (ureter), নার্ভ ইত্যাদি বাইরে আসে এবং ঐ একই অংশ দিয়ে বৃক্কধমনী (Renal artery) ও নার্ভ প্রভৃতি বৃক্কের মধ্যে প্রবেশ করে।



চিত্র : 20.1. মানুষের দেহে বৃক্কের অবস্থান

(iii) **অভ্যন্তরীণ গঠন (Internal structure) :** একটি স্বাভাবিক ও পরিণত বৃক্কের দীর্ঘচ্ছেদ পরীক্ষা করলে দেখা যায় যে, বৃক্কের কেন্দ্রস্থলে গবিনী বা ইউরেটার একটি চোঙাকৃতি (funnel-shaped) গহ্বর সৃষ্টি করেছে [চিত্র : 20.2 (খ)]। এই গহ্বরটিকে **বৃক্ক শ্রোণী** বা **বৃক্কের পেলভিস** (Pelvis of the kidney) বা **বৃক্কীয় সাইনস** (Renal sinus) বলা হয়। এটি 2 থেকে 3টি **প্রধান** অংশ বা **মেজর ক্যালিক্স** (Major calyx)-এ বিভক্ত। প্রতিটি মেজর ক্যালিক্স আবার 7 থেকে 13টি **শাখায়** বা **মাইনর ক্যালিক্স** (Minor calyx)-এ বিভক্ত।

বৃক্কশ্রোণী বা পেলভিসের অপেক্ষাকৃত কঠিন আবরণটি প্রধান দুটি অংশে বিভক্ত—বাইরের গাঢ় লালবর্ণের অংশটি **বহিঃস্তর** বা **কর্টেক্স** (Cortex) এবং ভিতরের হালকা লাল অংশটি **মজ্জাস্তর** বা **মেডালা** (Medulla) [চিত্র : 20.2 (খ)]। মেডালায় 8 থেকে 18টি



চিত্র : 20.2. ক – মানবদেহে রেচনতন্ত্রের অবস্থান ; খ—দীর্ঘচ্ছেদে বৃক্কের অবস্থান ; গ—বৃক্কের বিবর্ধিত অংশ

গম্বুজাকৃতি অংশ দেখা যায়। এগুলিকে **বৃক্কস্তম্ভ** বা **বৃক্ক পিরামিড** (Renal Pyramid) বলে [চিত্র : ঐ (গ)]। বৃক্ক পিরামিডের বিস্তৃত অংশ কর্টেক্সের দিকে এবং অপেক্ষাকৃত সরু অংশ বৃক্কের পেলভিসের দিকে বিন্যস্ত থাকে। বৃক্ক পিরামিডের সরু অগ্রভাগকে **পিড়কা** বা **প্যাপিলা** (Papllia) বলে। সন্নিহিত দুই বৃক্ক পিরামিডের মাঝে মাঝে কর্টেক্সের কলা ঢুকে যায়।

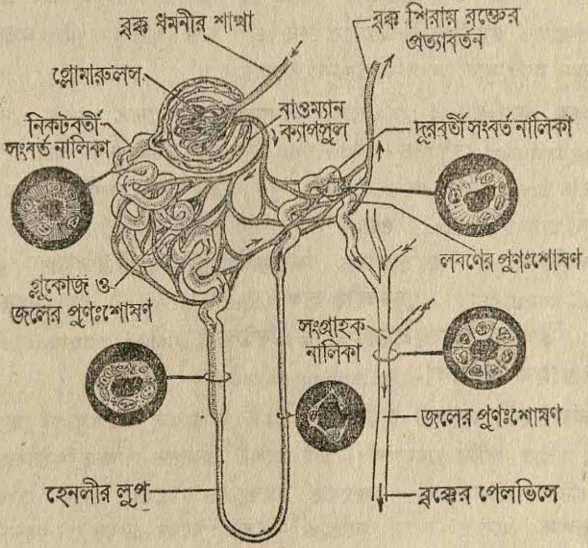
বৃক্কের কর্টেক্স অংশ প্রধানত **ম্যালপিজিয়ান কণিকা** (Malpighian corpuscles) দ্বারা গঠিত। সেজন্য কর্টেক্স অংশটিকে দানাময় (Granular) মনে হয়। বৃক্কের মেডালা অংশে প্রধানত **বৃক্ক নালিকা** বা **রেনাল টিউবিউল** (Renal tubule) বিস্তৃত থাকে। এই দুইটি অংশকে একত্রে **নেফ্রন** (Nephron) বলে।

20.3. নেফ্রন বৃক্কের গঠনগত ও কার্যকরী একক [Nephron – the structural and functional unit of a kidney]

প্রতিটি বৃক্কে প্রায় 10 লক্ষ নেফ্রন আছে। অর্থাৎ দুটি বৃক্ক মিলিয়ে নেফ্রনের সংখ্যা প্রায়

20 লক্ষ। এদের মধ্যে প্রায় 85% থাকে কর্টেক্সে এবং বাকি 15% থাকে মেডালায়। তাই এগুলিকে যথাক্রমে **বহিঃস্ত্বকীয় নেফ্রন** (Cortical nephron) ও **অন্তঃস্ত্বকীয় নেফ্রন** (Medullary nephron) বলা হয়।

নেফ্রনের অণুবীক্ষণিক গঠন (Microscopic structure of a nephron) (চিত্র : 20.3 ও 20.4)।



চিত্র : 20.3. একটি নেফ্রনের গঠন

পূর্বেই বলা হয়েছে যে নেফ্রন প্রধান দুটি অংশে বিভক্ত :

A. ম্যালপিজিয়ান কণিকা ও B. বৃক্ক নালিকা।

(A) **ম্যালপিজিয়ান কণিকা :** বৃক্কের কর্টেক্সে বিস্তৃত ম্যালপিজিয়ান কণিকাগুলির গড় ব্যাস প্রায় 200μ। প্রতিটি কণিকায় আছে দুটি প্রধান অংশ—(i) **বাওম্যান ক্যাপসুল** (Bowman's capsule) ও (ii) **গ্লোমারুলস** (Glomerulus)।

(i) **বাওম্যান ক্যাপসুল :** বাওম্যান ক্যাপসুল প্রকৃতপক্ষে নেফ্রনের বদ্ধ ও স্ফীত প্রান্ত। গ্লোমারুলসকে ঘিরে এটি ফানেলের মতো এমন এক আধার সৃষ্টি করে যার মধ্যে গ্লোমারুলস অবস্থান করে। দুটি প্রাকার-গঠনকারী কোষস্তর (প্যারাইটাল ও ভিসেরাল) দিয়ে আধার অর্থাৎ বাওম্যান ক্যাপসুলটি গঠিত। ভিতরের প্রাকারের কোষস্তর অসম্পূর্ণ বহিঃরেখাযুক্ত চ্যাপ্টা কোষ দ্বারা গঠিত। বাইরের প্রাকারের কোষস্তর সমআকৃতির কোষ দ্বারা গঠিত। সেখানে **সুস্পষ্ট** বহিঃরেখাযুক্ত কোষগুলি অবিচ্ছিন্নভাবে বৃক্ক নালিকার আবরণীকলার সঙ্গে মিশে যায়। বাওম্যান ক্যাপসুল **পরিস্রাবণ ঝিল্লি** বা **ছাঁকনি** হিসাবে কাজ করে।

(ii) **গ্লোমারুলস :** বাওম্যান ক্যাপসুলের ভিতরে অবস্থিত **রক্তের জালক**

কুণ্ডলী (bunch of capillaries)-কে গ্লোমারুলস বলে। বাওম্যান ক্যাপসুলে প্রবেশ করে **অন্তর্মুখী উপধমনী** (Afferent arteriole) 0·5 *mm* দৈর্ঘ্যযুক্ত প্রায় 50টি রক্তজালকে বিভক্ত হয়ে জালকপিণ্ড সৃষ্টি করে। এদের মধ্যে কোন রকমের অন্তর্বাহ যোগসূত্র থাকে না। রক্তজালকগুলি পুনরায় মিলিত হয়ে **বহির্মুখী উপধমনী** (efferent arteriole) গঠন করে বাওম্যান ক্যাপসুল থেকে বেরিয়ে যায়। ক্যাপসুলে প্রবিষ্ট অন্তর্মুখী উপধমনীর ব্যাস 50μ এবং বহির্মুখ উপধমনীর ব্যাস 25μ। সুতরাং প্রথমটিতে রক্ত অল্পচাপে প্রবাহিত হয় কিন্তু দ্বিতীয়টিতে সেই চাপ বৃদ্ধি পায়। এই অত্যধিক চাপের প্রভাবে বাওম্যান ক্যাপসুলে রক্ত-পরিশোধনের কাজ চলে।

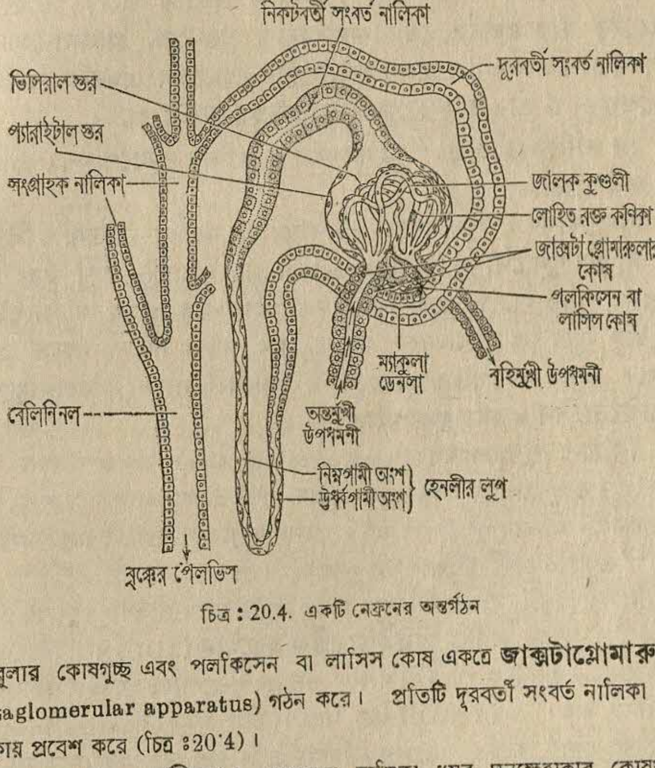
[B] **বৃক্ক নালিকা :** বাওম্যান ক্যাপসুলের তলদেশে থেকে সংগ্রাহকনালীর (Collecting tubule) শেষপ্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত নালীকে বৃক্কনালিকা বলে। প্রতিটি বৃক্ক নালিকার দৈর্ঘ্য 3*cm*. এবং প্রস্থ 20-60μ। দুটি বৃক্কে মোট 20 লক্ষ নেফ্রনের বৃক্কনালিকার সম্মিলিত দৈর্ঘ্য প্রায় 64.4 *km*.। প্রতিটি বৃক্ক নালিকা চারটি অংশে বিভক্ত—(1) **নিকটবর্তী সংবর্ত নালিকা** বা **প্রক্সিমাল কনভলিউটেড টিউবিউল** (Proximal convoluted tubule) (2) **হেনলীর লুপ** (Henle's loop), (3) **দূরবর্তী সংবর্ত নালিকা** বা **ডিস্টাল কনভলিউটেড টিউবিউল** (Distal convoluted tubule) এবং (4) **সংগ্রাহক নালিকা** (Collecting tubule)।

(1) **নিকটবর্তী সংবর্ত নালিকা :** এটি ব্যাওম্যান ক্যাপসুলের অব্যবহিত পরে বৃক্ক নালিকার অত্যন্ত জটিল প্রথমাংশ। এই অংশটি একস্তরে সজ্জিত কিউবিক্যাল আবরণী কোষদ্বারা গঠিত। কোষগুলির মুক্তপ্রান্তে আঙুলের মতো প্রচুর অভিক্ষেপ বা **মাইক্রোভিলস** থাকায় কলার মুক্তপ্রান্ত বুরুশের মতো দেখায়। বৃক্কনালিকার এই অংশটির দৈর্ঘ্য প্রায় 14 *mm*. এবং বহির্ব্যাস প্রায় 55μ। এই নালিকার শেষপ্রান্ত সোজা হয়ে বৃক্কের অন্তস্তর বা মেডালায় প্রবেশ ক'রে **হেনলীর লুপ** গঠন করে।

(2) **হেনলীর লুপ :** মেডালা মধ্যস্থ বৃক্ক নালিকায় 'U'-আকৃতিবিশিষ্ট অংশটি হেনলীর লুপ নামে পরিচিত। হেনলীর লুপ প্রধানত দুটি অংশে বিভক্ত— **নিম্নগামী বাহু** (Descending limb) ও **ঊর্ধ্বগামী বাহু** (Ascending limb)। নিম্নগামী বাহুর প্রথম $\frac{4}{5}$ অংশ একই ধরনের কিউবিক্যাল কোষ দ্বারা গঠিত। তবে এখানে কোষের আয়তন ও মাইক্রোভিলসের দৈর্ঘ্য অনেক কম। বাকি $\frac{1}{5}$ অংশ চ্যাপ্টা ও অপ্রশস্ত আবরণী কোষ দ্বারা গঠিত। এই অংশের অণুবীক্ষণিক গঠন রক্তজালকের অণুবীক্ষনিক গঠনের অনুরূপ। এদিকে ঊর্ধ্বগামী বাহুর দূরবর্তী অংশের গঠন দূরবর্তী সংবর্ত নালিকার গঠনের অনুরূপ।

(3) **দূরবর্তী সংবর্ত নালিকা :** নিকটবর্তী সংবর্ত নালিকার মতো এই অংশটিও কর্টেক্স অংশে অবস্থিত। এই অংশে **মাইক্রোভিলস না থাকায়** কলার মুক্তপ্রান্ত মোটেই বুরুশের মতো দেখায় না। এই অংশের দৈর্ঘ্য 5*mm*. এবং বহির্ব্যাস 22—50μ। দূরবর্তী সংবর্ত নালিকার একাংশ অন্তর্মুখী উপধমনীর সঙ্গে সংলগ্ন অবস্থায় থাকে। উভয়ের কোষসমূহ এখানে পরিবর্তিত ও ঘন সন্নিবিষ্ট হয়ে যথাক্রমে **ম্যাকুলা ডেনসা** (Macula densa) ও **জাক্সটাগ্লোমারুলার কোষ** (Juxtaglomerular cell) গঠন করে।

এছাড়া অন্তর্মুখী ও বহির্মুখী উপধমনীর দ্বারা সৃষ্ট কোণে আছে একগুচ্ছ ঘনসন্নিবিষ্ট **পলকিসেন** বা **লাসিস কোষ** (Polkissen or Lacis cell)। ম্যাকুলা ডেনসা, জাক্সটা-



চিত্র : 20.4. একটি নেফ্রনের অন্তর্গঠন

গ্লোমারুলার কোষগুচ্ছ এবং পলকিসেন বা লাসিস কোষ একত্রে **জাক্সটাগ্লোমারুলার যন্ত্র** (Juxtaglomerular apparatus) গঠন করে। প্রতিটি দূরবর্তী সংবর্ত নালিকা সংগ্রাহক-নালিকায় প্রবেশ করে (চিত্র :20·4)।

(4) **সংগ্রাহক নালিকা :** সংগ্রাহক নালিকা ধূসর ঘনক্ষেত্রাকার কোষস্তর দ্বারা গঠিত। সংগ্রাহক নালিকাগুলি রেচন পদার্থ সংগ্রহ করে। অনেকগুলি সংগ্রাহক নালিকা একত্রিত হয়ে গঠন করে **বেলিনি নল** (duct of Bellini)—যা বৃক্কের পেলভিসে মুক্ত হয়।

20.4. নেফ্রনের বিভিন্ন অংশের কাজ বা মূত্র উৎপাদন প্রণালী [Functions of different parts of nephron or Mechanism of urine formation]

1. **ম্যালপিজিয়ান কণিকার কাজ :** ম্যালপিজিয়ান কণিকার প্রধান কাজ পরিস্রাবণ (filtration)। এটি পরিস্রাবক যন্ত্র অর্থাৎ ছাঁকনির মতো কাজ করে। অন্তর্মুখী উপধমনী পথে গ্লোমারুলসে প্রবেশ করে বহির্মুখী উপধমনী পথে রক্ত ম্যালপিজিয়ান কণিকা থেকে বেরিয়ে যায়।

পূর্বেই বলা হয়েছে যে, অন্তর্মুখী উপধমনীর ব্যাস বহির্মুখী উপধমনী অপেক্ষা বেশী। ফলে গ্লোমারুলসের ভিতর দিয়ে সবসময় উচ্চ চাপে রক্ত প্রবাহিত হয় এবং রক্তকণিকা, প্রোটিন ও অন্যান্য বৃহদায়তন পদার্থ ছাড়া সব কিছুই পরিস্রুত হয়ে বৃক্ক নালিকায় প্রবেশ করে।

প্রতিমিনিটে প্রায় 1200—1300 মিলিলিটার রক্ত প্রবাহিত হয়। এ থেকে মোট পরিস্রুত তরল পদার্থের পরিমাণ দাঁড়ায় প্রায় 120—125 মিলিলিটার। অর্থাৎ 1 দিনের হিসাবে পরিস্রুত তরল পদার্থটির পরিমাণ প্রায় 170—180 লিটারের মতো। **এই অংশে পরিস্রাবণের হার প্রধানত গ্লোমারুলসমধ্যস্থ রক্তচাপ, প্লাজমা-প্রোটিনের অভিস্রাবণ চাপ** এবং **ক্যাপসুলের অভ্যন্তরীণ ক্ষেত্রফল, এমনকি পরিস্রাবণ ঝিল্লীর ভেদ্যতা ও তার সক্রিয় ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে।**

2. **বৃক্ক নালিকার কাজঃ** বৃক্ক নালিকার প্রধান কাজ **পুনঃশোষণ** (reabsorption) ও **ক্ষরণ** (secretion)।

A. **পুনঃশোষণঃ** পুনঃশোষণকে দুটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়—**সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয়।**

(i) **সক্রিয় পুনঃশোষণ** (Active reabsorption)—প্রোটিন ছাড়া রক্তের অন্যান্য যে সব পদার্থ পরিস্রাবণ পদ্ধতিতে বৃক্কনালিকায় প্রবেশ করে তাদের অধিকাংশই* এই প্রক্রিয়ায় রক্তে ফিরে যায়। স্বাভাবিক অবস্থায় কোন কারণে সামান্য পরিমাণ প্রোটিনও প্লাজমা থেকে এই তরলে পরিস্রাবিত হলে তা নিকটবর্তী সংবর্ত নালিকার বুরুশপ্রান্তে **পিনোসাইটোসিস** প্রক্রিয়ায় পুনঃশোষিত হয়।

(ii) **নিষ্ক্রিয় পুনঃশোষণ** (Passive reabsorption)—জল ও ইউরিয়া প্রধানত এই পদ্ধতিতে রক্তে পুনঃশোষিত হয়। গ্লোমারুলসে পরিস্রুত জলের প্রায় $\frac{4}{5}$ শতাংশ বৃক্ক-নালীর প্রথমাংশে এইভাবে পুনঃশোষণ ঘটে। হেনলীর লুপের নিম্নগামী বাহুর জলভেদ্যতা বেশী বলে** এখানেও বেশী পরিমাণে জল পুনঃশোষিত হয়।

বৃক্কনালিকার দূরবর্তী সংবর্ত নালিকায় অর্থাৎ দ্বিতীয় অংশে জলের পুনঃশোষণ প্রক্রিয়াটি পশ্চাৎ পিটুইটারী-ক্ষরিত **অ্যান্টি ডাইইউরেটিক হরমোন** (ADH) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। রক্তে এই হরমোনটি স্বাভাবিক মাত্রায় না থাকলে জল কম পুনঃশোষিত হয় এবং স্বভাবত মূত্রের পরিমাণ বেড়ে যায়। অর্থাৎ ADH-এর অভাবের সঙ্গে বহুমূত্র (diabetes insipidus) রোগের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক আছে। সংগ্রাহক নালিকার প্রধান কাজ নেফ্রনগুলি থেকে মূত্র সংগ্রহ করা, মূত্র উৎপাদনে সাহায্য করা নয়।

B. **ক্ষরণঃ** বৃক্কনালিকাস্থ কোষসমূহ সক্রিয় পদ্ধতিতে রক্তের কোন কোন পদার্থ (যেমন, হিপপিউরিক অ্যাসিড, ফেনোলরেড, আয়োপেক্স, পেনিসিলিন, ক্রিয়েটিনিন, K^+ ও H_4 আয়ন প্রভৃতি) বৃক্ক নালিকায় ক্ষরণ করে।

20.5. মূত্রের স্বাভাবিক উপাদান [Normal composition of urine]

পূর্ণবয়স্ক লোকের প্রতি দিনে মূত্রের পরিমাণ 600—2500 মিলিলিটার, **আপেক্ষিক গুরুত্ব** (Specific gravity) 1,002—1,035 ; **পি-এইচ** (pH) 40—80। সাধারণত

---

* গ্লুকোজ, অ্যামাইনো অ্যাসিড, সোডিয়াম ও পটাশিয়ামের ক্যাটায়ন, সালফেট, ফসফেট, ক্রিয়েটিন, অ্যাসিটো অ্যাসেটিক অ্যাসিড, অ্যাসকরবিক অ্যাসিড, ইউরিক অ্যাসিড, বিটাহাইড্রক্সি বিউটিরিক অ্যাসিড প্রভৃতি।

** হেনলীর লুপের ঊর্ধ্বগামী বাহুতে এ ধরনের পুনঃশোষণ ব্যবস্থা নেই—তাই সেখানে সক্রিয় শোষণ চলে এবং Na^+ শোষিত হয়।

মূত্র **বর্ণ হীন**, কখনও কখনও হরিদ্রাভ। অ্যামোনিয়া থাকায় মূত্র উগ্র গন্ধযুক্ত। সুষম মিশ্রখাদ্য গ্রহণকারী একজন সুস্থ মানুষের প্রতি লিটার খাদ্যে কঠিন পদার্থের পরিমাণ প্রায় 60 গ্রাম। মূত্রের জৈব ও অজৈব উপাদানগুলি ও তাদের পরিমাণ নীচের তালিকায় দেখানো হল।

তালিকা—1

মূত্রের উপাদান (স্বাভাবিক)

জৈব (Organic)	অজৈব (Inorganic)
1. নাইট্রোজেন ··· 25—30 গ্রাম	1. ক্লোরাইড ··· 6—9 গ্রাম
2. ইউরিয়া ··· 25—30 "	2. সোডিয়ম ক্লোরাইড (NaCl) 10—15 গ্রাম
3. ক্রিয়েটিন ··· 60—150 "	3. ফসফেট ··· 0·8—1·3 "
4. ক্রিয়েটিনিন ··· 1.4 "	4. সালফেট··· 0·8—1·4 "
5. অ্যামোনিয়া··· 0.7 "	5. পটাশিয়ম··· 2·5—3·0 "
6. ইউরিক অ্যাসিড ... 0.7 "	6. সোডিয়ম··· 4—5 "
7. হিপপিউরিক অ্যাসিড 0.1—1.0	7. ক্যালসিয়ম...0·1—0·3 "
8. অক্সালিক অ্যাসিড···10—30 মিলিগ্রাম	8. ম্যাগনেসিয়ম···0·1—0·2 "
9. অ্যামাইনো অ্যাসিড...150—200 "	9. আয়োডিন...50—250 মাইক্রোগ্রাম
10. অ্যালানটয়েন... অল্প পরিমাণে	10. আরসেনিক ..50 "
11. ভাইটামিন, হরমোন ও এনজাইম··· "	11. সীসা ...50 "

20.6. মূত্রের অস্বাভাবিক উপাদান [Abnormal constituents of urine]

স্বাভাবিক উপাদান ছাড়াও মূত্রে বিভিন্ন অবস্থায় যে সব অস্বাভাবিক উপাদান থাকে সেগুলির মধ্যে প্রধান কয়েকটির উল্লেখ করা হল। প্রধানত বৃক্কের কাজে গোলোযোগ দেখা দিলে বা দেহের অন্য কোন অংশে গলদ দেখা দিলে মূত্রের উপাদান অস্বাভাবিক হয়।

1. **প্রোটিন** (Protein) (প্রধানত অ্যালবুমেন ও গ্লোবিউলিন): স্বাভাবিক অবস্থায় মূত্রে খুবই সামান্য পরিমাণে (30—200 মিলিগ্রাম) প্রোটিন থাকে। মূত্রে প্রোটিনের পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে বৃদ্ধি পেলে সেই অবস্থাকে **প্রোটিনুরিয়া** (Proteinuria) বলে। অত্যধিক প্রোটিন খাদ্য গ্রহণ, অতিরিক্ত পরিশ্রম এবং বিভিন্ন রোগে মূত্রে প্রোটিনের মাত্রা বৃদ্ধি পায়। নেফ্রাইটিস (Nephritis), নেফ্রোসিস (Nephrosis) প্রভৃতি রোগে মূত্রে প্রোটিনের মাত্রার অস্বাভাবিক বৃদ্ধি ঘটে।

2. **গ্লুকোজ** (Glucose): স্বাভাবিক অবস্থায় মূত্রে দিনে 140 মিলিগ্রামের মতো গ্লুকোজ থাকলেও এর প্রতিক্রিয়া ধর্তব্যের মধ্যে নয়। এর বেশী পরিমাণে গ্লুকোজ মূত্র

মাধ্যমে বেরিয়ে গেলে সেই অবস্থাকে **গ্লাইকোসুরিয়া** (Glycosuria) বলে। **ডায়াবিটিস মেলিটস** রোগে মূত্রে প্রায় 10% বা তারও বেশী গ্লুকোজ থাকে।

3. **অন্যান্য শর্করা** (Other sugar): ফ্রাকটোজ, গ্যালাকটোজ, ল্যাকটোজ এবং পেনটোজ প্রভৃতি অন্যান্য শর্করাও বিভিন্ন রোগে নির্গত হয়। মূত্রে ফ্রাকটোজ নির্গত হলে **ফ্রাকটোসুরিয়া** (Fructosuria), গ্যালাকটোজ নির্গত হলে **গ্যালাকটোসুরিয়া** (Galactosuria), ল্যাকটোজ নির্গত হলে **ল্যাকটোসুরিয়া** (Lactosuria), পেনটোজ নির্গত হলে **পেনটোসুরিয়া** (Pentosuria) রোগ হয়।

4. **কিটোন বডি** (Ketone bodies): সুস্থ ব্যক্তির দেহ থেকে 3—15 মিলিগ্রাম কিটোন বডি প্রতিদিন মূত্রের মাধ্যমে নিষ্ক্রান্ত হয়। ডায়াবিটিস, অনাহার, গর্ভাবস্থা প্রভৃতিতে অধিক পরিমাণে কিটোনবডি নির্গত হয়।

5. **রক্ত** (Blood): বৃক্কপ্রদাহে (হিমাচুরিয়া, Haematuria) বা বৃক্ক অথবা মূত্র নির্গমণ পথে আঘাতজনিত ক্ষতের ফলে মূত্রে রক্ত থাকে।

6. **রঙ্গক** (Pigments): মূত্রে অনেক রকমের রঙ্গক পদার্থ দেখা যায়। এগুলির মধ্যে **বিলিরুবিন** (Bilirubin), **পরফাইরিন** (Porphyrine), **মেলানিন** (Melanin), **ইউরোক্রোমোজেন** (Urochromogen) প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

7. **পুঁজ** (Pus): মূত্রে অনেক সময় পুঁজ দেখা যায়।

8. **হরমোন** (Hormones): অস্বাভাবিক অবস্থায় মূত্রে গোনাডাল হরমোন ও অ্যাড্রিনাল স্টেরয়েড হরমোন থাকে।

20.7. ফুসফুস ও ত্বক মাধ্যমে রেচন [Excretion through lung and skin]

পূর্বেই বলা হয়েছে যে বৃক্ক প্রধান রেচন অঙ্গ হলেও ফুসফুস ও ত্বক রেচনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

A. **ফুসফুস দ্বারা রেচন:** শ্বসন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিপাক (অপচিতি) ক্রিয়া। শ্বসনের ফলে প্রতিটি জীবন্ত কোষে প্রধানতঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। দেহের মধ্যে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডকে গ্যাসীয় রেচন পদার্থ বলা হয়। কোষে কার্বন ডাই-অক্সাইডের মাত্রাধিক্য ঘটলে এবং সময় মতো সেটিকে দেহের বাইরে পাঠাতে না পারলে রক্তে অম্লাধিক্য (acidity) ঘটে। এই আম্লিক পরিবেশে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় ($H_2O + CO_2 = H_2CO_3$)। কার্বনিক অ্যাসিড দেহের pH মাত্রার পরিবর্তন ঘটায়। এর ফলে দেহে নানা রকম উপসর্গ দেখা দেয়। দেহের পক্ষে অত্যন্ত ক্ষতিকর এই রেচন পদার্থটিকে দেহমুক্ত করতে ফুসফুস উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে।

পদ্ধতি: শিরারক্ত ফুসফুসীয় সংবহন মাধ্যমে কার্বন ডাই-অক্সাইডকে ফুসফুসে বয়ে নিয়ে যায়, যাতে নিঃশ্বাসের সময় সেটি দেহের বাইরে চলে যেতে পারে। কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিবহণ পদ্ধতিটি তিন প্রকার—(1) রক্তে ভৌত দ্রবণ হিসাবে (as physical solution in blood)। (2) কার্বামিনো যৌগ হিসাবে (as carbamino compounds) এবং (3) বাইকার্বনেট হিসাবে (as bicarbonates) উল্লেখ্য। অধিকাংশ কার্বন ডাই-অক্সাইড

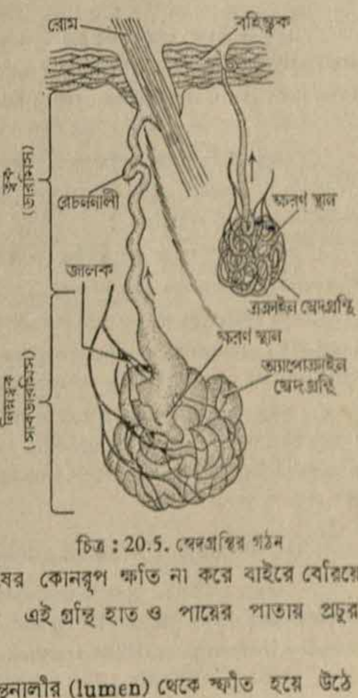
বাইকার্বনেট হিসাবে রক্তে পরিবাহিত হয়। প্রতি 100 মিলিলিটার শিরারক্ত থেকে প্রায় 4 মিলিলিটার পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড দেহমুক্ত হয়। ফলে প্রতি 100 মিলিলিটার ধমনী রক্তে সমপরিমাণ শিরা রক্ত থেকে 4 মিলিলিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড কম থাকে।

সুতরাং প্রতি মিনিটে হৃৎ-উৎপাদ 6 লিটার হলে প্রতি মিনিটে ফুসফুস থেকে বায়ুমণ্ডলে রেচিত কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ দাঁড়ায়—($\frac{4}{100} \times 6000$) বা 240 মিলিলিটার।

লোহিত রক্ত কণিকায় (RBC) অবস্থিত **কার্বনিক অ্যানহাইড্রেজ** (Carbonic (anhydrase) এনজাইমটি বাইকার্বনেট উৎপাদনে সাহায্য করে। আবার একই এনজাইম ফুসফুসে উল্টো বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল সৃষ্টি করে। এই পদ্ধতিতে দেহের ভিতরে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড ফুসফুস মাধ্যমে দেহের বাইরে পরিত্যক্ত হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড ছাড়াও কিছু জলীয় বাষ্প ফুসফুস মাধ্যমে নিষ্ক্রান্ত হয়। ব্যায়ামকালে বা অতিরিক্ত পরিশ্রমের সময় মাত্রাতিরিক্ত শ্বসনের জন্য অধিক পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প পরিত্যক্ত হয়।

B. ত্বক দ্বারা রেচন : আবরণ সৃষ্টি ও দেহকে রক্ষা করা ছাড়াও ত্বক রেচন অঙ্গ হিসাবে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে। তবে ত্বকের গভীরে বিন্যস্ত **স্বেদ গ্রন্থিগুলি** (Sweat glands) এই কাজে সক্রিয় অংশ নেয়—সমগ্র দেহত্বক নয়। সারা দেহে প্রায় 20—35 লক্ষ স্বেদগ্রন্থি ছড়িয়ে থাকলেও এদের আধিক্য বেশী মাথায়, হাতে ও পায়ের পাতায়।

স্বেদগ্রন্থির গঠন (Structure of sweat glands) (চিত্র : 20.5) : স্বেদ-গ্রন্থিগুলি সাধারণত শাখাবিহীন নলাকার কুণ্ডলী বিশেষ। গ্রন্থির ক্ষরণ অংশগুলি প্রধানত ত্বক (dermis), এমন কি নিম্নত্বকের মধ্যে কুণ্ডলী পাকিয়ে অবস্থান করে। স্বেদগ্রন্থি থেকে উদগত রেচননালী (excretory duct) এঁকেবেঁকে বহিস্ত্বক (epidermis) ভেদ করে স্বেদাছিদ্র (sweat pore) মাধ্যমে ত্বকের বাইরে মুক্ত হয়।



চিত্র : 20.5. স্বেদগ্রন্থির গঠন

স্বেদগ্রন্থি দু' প্রকার—**উৎক্ষরা** বা **এক্রাইন** (Eccrine) ও **অপক্ষরা** বা **অ্যাপোক্রাইন** (Apocrine)।

(i) **উৎক্ষরা গ্রন্থি :** উভয় প্রকার গ্রন্থির মধ্যে উৎক্ষরা গ্রন্থির আধিক্যই বেশী। এদের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল, ক্ষরণপদার্থ গ্রন্থিকোষের ভিতরেই জমতে থাকে এবং কোষের কোনরূপ ক্ষতি না করে বাইরে বেরিয়ে যায়। উৎক্ষরা গ্রন্থির আকার অপেক্ষাকৃত ছোট। এই গ্রন্থি হাত ও পায়ের পাতায় প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) **অপক্ষরা গ্রন্থি :** এই গ্রন্থিগুলি গ্রন্থিনালীর (lumen) থেকে স্ফীত হয়ে উঠে

নষ্ট হয়ে যায় এবং বিনষ্ট কোষীয় উপাদান সমেত স্বেদ রেচননালীতে নিক্ষিপ্ত হয়। বিনষ্ট কোষীয় উপাদান থাকায় এই গ্রন্থি নিঃসৃত স্বেদ বা ঘামে বিশেষ ধরনের গন্ধ থাকে। সাবালকত্ব আসার সঙ্গে সঙ্গে এই ধরনের গ্রন্থিগুলি অধিকতর সক্রিয় হয়। এগুলি বাহুমূলের গহ্বর, যৌনাঙ্গের চারপাশে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

স্বেদগ্রন্থির কাজ : (1) প্রতিদিন প্রায় 500 মিলিলিটার ঘাম দেহমুক্ত হয়। অত্যধিক পরিশ্রম বা ব্যায়ামের সময় এর পরিমাণ উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পায়। (2) দেহের পক্ষে ক্ষতিকর বিপাকজাত অন্যান্য পদার্থকে ঘামের সঙ্গে দেহমুক্ত করে, যাদের মধ্যে সোডিয়ম ক্লোরাইড (NaCl), ইউরিয়া, ল্যাকটেট, ক্রিয়েটিন, ইউরিক অ্যাসিড, অ্যামোনিয়া উল্লেখযোগ্য। (3) এছাড়া সোডিয়ম, পটাশিয়ম, ক্যালসিয়ম, এমন কি কিছু পরিমাণে গ্লুকোজ এবং জলে দ্রব 'বি' ও 'সি' ভাইটামিন পরিত্যাগ করে। (4) দেহের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। (5) দেহে জল ও লবণের ভারসাম্য বজায় রাখে।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] **দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন** [Long answer/Essay type questions]

1. মানুষের একটি বৃক্কের গঠন বর্ণনা কর। [Describe the structure oi a human kidney]
[উঃ। 20.2 দেখ]

2. মানুষের প্রধান রেচন অঙ্গের ছবি আঁক ও লেবেল কর। মানুষের রেচন প্রক্রিয়ার সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Draw and label the major excretory organs of human being. Give a brief account of the mechanism of human beings.]
[উঃ। চিত্র 20·2 ; 20·3 ও 20·4 দেখ]

3. নেফ্রেন কি ? নেফ্রেনের বিভিন্ন অংশের কাজ ও মূত্র উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর। [What is a nephron ? Describe the function of different parts of a nephron and the mechanism of urine formation.]
[উঃ। 20·3 ; 20.4 দেখ]

4. মূত্রের স্বাভাবিক ও অস্বাভাবিক উপাদানের বর্ণনা কর। [Describe the normal and abnormal composition of urine.]
[উঃ। 20·5 দেখ]

5. বৃক্ক ছাড়া দেহের অন্যান্য রেচন অঙ্গগুলি কি কি ? এইসব অঙ্গের গঠন ও কার্যপ্রণালীর সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Besides kidney, what are the other excretory organs of the body ? Give a brief account of the structure cf these organs.]
[উঃ। 20·7 দেখ]

6. ফুসফুস ও ত্বককে আনুষঙ্গিক রেচন অঙ্গ বলা হয় কেন ? এদের মধ্য দিয়ে কিভাবে রেচন পদার্থ নিষ্ক্রান্ত হয় ব্যাখ্যা কর। [Why are the lungs and skin called accessory excretory organs ? Explain how excretory products are eliminated through them.]
[উঃ। 20·7 দেখ]

[B] **সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন** [Short answer type questions.]

7. হেনলীর লুপ কি ? বাওম্যান ক্যাপস্থলের গঠন এঁকে তার কাজ উল্লেখ কর। ম্যালপিজিয়ান কণিকার কাজ কি ? [What is Henle's loop ? Draw a Bowman's capsule and mention its function. What are the functions of malpighian corpuscles ?]
[উঃ। 20·3(B)(2) ; 20·3(A)(i) ; ও 20·4(1) দেখ]

8. মানবদেহের বৃক্ক কোথায় অবস্থিত ? দীর্ঘচ্ছেদে একটি বৃক্কের মোটামুটি গঠন বর্ণনা কর। [Where are the kidneys located in the human body ? Describe the gross anatomy of a kidney as seen in longitudinal section.] [উঃ। 20·2 (i) ; চিত্র 20·2 ও 20·2 (iii) দেখ]

9. গ্লোমারুলস কাকে বলে ? গ্লোমারুলসের সঙ্গে বাওম্যান ক্যাপসুলের সম্বন্ধ কি ? [What is a glomerulus ? What is the relation between glomerulus and Bowman's capsule ?] [উঃ। 20·3(A) (i) ও (ii) দেখ]

10. সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় পুনঃশোষণ বলতে কি বোঝ ? [What do you understand by active and passive reabsorption ?] [উঃ। 20·4 2(A) দেখ]

11. মূত্রের স্বাভাবিক উপাদানের একটি তালিকা দাও। [Give a list of normal constituents of urine.] [উঃ। 20·5 দেখ]

12. মূত্রের অস্বাভাবিক উৎপাদন বলতে কি বোঝায় ? এদের সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। [What is meant by the abnormal constituents of urine ? Present a brief discussion about them.] [উঃ। 20.6 দেখ]

13. ত্বকের অণুবীক্ষণিক গঠন এঁকে স্বেদগ্রন্থির অবস্থান দেখাও। ঘর্মের সঙ্গে কি কি বর্জ্য পদার্থ দেহমুক্ত হয় ? [Draw a microscopic structure of a skin and show the position of sweat glands. What are the products excreted along with sweat ?] [উঃ। চিত্র : 20·5 এবং 20·7 দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (Specific answer type questions]

14. একটি বৃক্কের ওজন কত ? হিলস কাকে বলে। বৃক্কের পেলভিস কোনটি ? [What is the weight of a kidney ? What is a hilus ? Which part of a kidney is called pelvis ?] [উঃ। 20.2 (ii) ও (iii) দেখ]

15. বৃক্ক পিরামিড কোনগুলি ? নেফ্রন কাকে বলে ? [Which are renal pyramids ? What is a nephron ?] [উঃ। 20.2 (iii) শেষাংশ দেখ]

16. ম্যালপিজিয়ান কণিকা কাকে বলে। একটি ম্যালপিজিয়ান কণিকার ছবি এঁকে লেবেল কর। [What is a Malpighian corpuscle ? Draw and label a Malpighian corpuscle.] [উঃ। 20.3 (A) ; চিত্র : 20.4 দেখ]

17. জাক্সটাগ্লোমারুলার যন্ত্র বলতে কি বোঝ ? ছবি এঁকে এর গঠন দেখাও। [What do you mean by juxtaglomarular apparatus ? Show its structure with the help of a diagram.] [উঃ। 20.3 শেষাংশ ও চিত্র : 20.4 দেখ]

18. বেলিনি নল কোনটি ? এর কাজ কি ? [Which one is called duct of Bellini ? What is its function ?] [উঃ। 20.3 ও চিত্র : 20.4 দেখ]

19. নিষ্ক্রিয় পুনঃশোষণ সম্বন্ধে তোমার ধারণা ব্যক্ত কর। [State your personal opinion about the method of passive reabsorption.] [উঃ। 20.4 2A দেখ]

20. দুটি স্বেদগ্রন্থির নাম কর। ছবি এঁকে এদের অবস্থান দেখাও। [Name two sweat glands. Show their position in a neat diagram.] [উঃ। 20.7, B ও চিত্র : 20.5 দেখ]

21. মূত্রে অস্বাভাবিক উপাদান থাকলে কি কি রোগ হয় ? [What diseases are due to abnormal composition of urine ?] [উঃ। 20.6 দেখ]

[D] বহুর মধ্যে সঠিক শব্দ নির্বাচনভিত্তিক প্রশ্ন [Multiple choice type questions]

22. বন্ধনীর ভিতর থেকে সঠিক শব্দ/শব্দগুলি নির্বাচন করে বাক্য সম্পূর্ণ কর। [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences.]

(i) মূত্রের স্বাভাবিক উপাদানের মধ্যে (গ্লুকোজ/ইউরিয়া/প্রোটিন অন্যতম।

(2) ডায়াবিটিস ম্যালিটস রোগে মূত্রে গ্লুকোজের পরিমাণ (10%-এর বেশী/10%-এর কম/শূন্য)।
(3) প্রোটিনুরিয়া রোগে মূত্রে (প্রোটিন থাকে/প্রোটিন থাকে না/প্রোটিন ভেঙ্গে যায়)।
(4) গ্যালাকটোসুরিয়া রোগে মূত্রে গ্যালাকটোজ (নির্গত হয়/নির্গত হয় না/প্রয়োজনীয় মাত্রায় থাকে)।
(5) প্রতি 100 মিলিলিটার শিরারক্ত প্রায় (4 মিলিলিটার/$\frac{4}{100}$ মিলিলিটার/0·4 মিলিলিটার) কার্বন ডাই-অক্সাইড বহন করে।
(6) বাওম্যান ক্যাপসুল (পরিস্রাবক হিসাবে/নিয়ন্ত্রক হিসাবে/এনজাইম হিসাবে) কাজ করে।
(7) স্বেদগ্রন্থির মাধ্যমে (সোডিয়ম ক্লোরাইড/হর্মোন/রঞ্জক) দেহমুক্ত হয়।

23. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on] :

(a) ম্যালপিজিয়ান কণিকা (Malpighian corpuscles) ; (b) বাওম্যান ক্যাপসুল (Bowman's capsule) ; (c) নেফ্রন (Nephron) ; (d) গ্লোমারুলস (Glomerulus) ; (e) বৃক্ক নালিকা (Renal tubule) ; (f) জাক্সটাগ্লোমারুলার যন্ত্র (Juxtaglomerular apparatus) ; (g) লাসিস কোষ (Lacis cells) ; (h) ম্যাকুলা ডেনসা (Macula densa) ; (i) বেলিনি নল (Duct of Bellini) ; (j) নেফ্রাইটিস (Nephritis) ; (k) পেনটোসুরিয়া (Pentosuria) ; (l) অপক্ষরা গ্রন্থি (Apocrine glands).

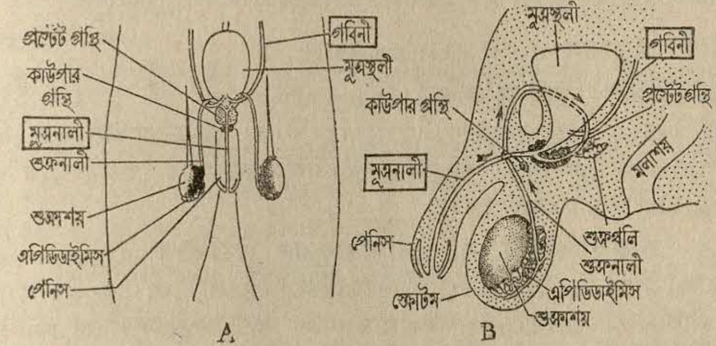
[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

21 ॥ জনন সংক্রান্ত শারীরবিদ্যা ॥

Syllabus : Structure of gonads and their functions. Gametogenesis and Fertilization. Control of fertility and population.

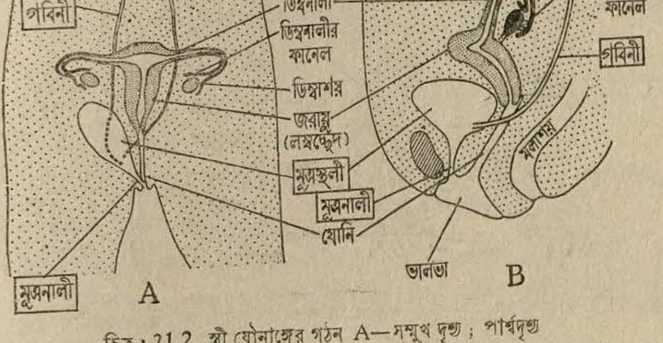
21.1. সূচনা [Introduction]

মানবদেহে পুং ও স্ত্রী জননতন্ত্র ভিন্ন। কাজেই উভয়ের জননঅঙ্গের বিস্তর প্রভেদ। শুক্রাশয় (Testes), এপিডিডাইমিস, শুক্রনালী, শুক্রথলি, নিক্ষেপনালী, প্রস্টেট ও কাউপার



চিত্র : 21.1. পুং যৌনাঙ্গের গঠন A—সম্মুখ দৃশ্য ; B—পার্শ্বদৃশ্য

গ্রন্থি ও পেনিস নিয়ে **পুং যৌনাঙ্গ** (Male reproductive organs) গঠিত। তেমনি **স্ত্রী যৌনাঙ্গ** (Female reproductive organs) মোটামুটি **ডিম্বাশয়** (Ovaries), ডিম্বনালী বা ফ্যালোপিয়ান নালী (Fallopian tube), জরায়ু (Uterus) ও যোনি নিয়ে গঠিত। পুরুষের **শুক্রাশয়** ও স্ত্রীর **ডিম্বাশয়** হল **মুখ্য যৌনাঙ্গ** (Primary sex



চিত্র : 21.2. স্ত্রী যৌনাঙ্গের গঠন A—সম্মুখ দৃশ্য ; পার্শ্বদৃশ্য

organs) বা **গোনাড** (Gonad)। বাকি অঙ্গগুলি গৌণ অর্থাৎ আনুষঙ্গিক যৌনাঙ্গ (Secondary or Accessary sex organs)।

21.2. গোনাডের গঠন ও কাজ [Structure of Gonads and their functions]

A. পুং গোনাড বা শুক্রাশয়ের গঠন ও কাজ :

(i) **বহির্গঠন ও অবস্থান** (External structure and location)—(চিত্র : 21.1) : পুরুষের দেহে আছে ডিম্বাকৃতি দুটি বড় শুক্রাশয়। প্রতিটি শুক্রাশয়ের ওজন 10—20 গ্রাম। প্রাথমিক ভ্রূণ দশায় উদরে অবস্থান করলেও শিশু ভূমিষ্ট হবার সময়েই এটি নীচে নেমে এসে **শুক্রাশয় থলি** বা **অণ্ডকোষ** বা **স্ক্রোটম** (Scrotum)-এর মধ্যে অবস্থান করে। দুটি শুক্রাশয়ই শুক্ররজ্জু (Spermatid cord) দ্বারা শুক্রাশয় থলিতে প্রলম্বিত থাকে। পরিণত অবস্থায় এটি শুক্রাশয় থলিতেই থাকে, তবে মাঝে মাঝে ওঠা-নামা করে।

(ii) **অন্তর্গঠন** (Histological structure)

1. **টিউনিকা অ্যালবুজিনিয়া** (Tunica albuginea) : এটি শুক্রাশয়ের বাইরের তন্তুময় আবরণ। এই আবরণটি কিছুটা স্থিতিস্থাপক ও দৃঢ়। তন্তুময় আবরণটি মাঝে মাঝে শুক্রাশয়ের মধ্যে ঢুকে গিয়ে শুক্রাশয়ের অভ্যন্তরভাগকে অনেকগুলি পিরামিডাকৃতি খণ্ডে (pyramidal lobule) ভাগ করে।

2. **শুক্রস্জননালী বা সেমিনিফেরাস টিউবিউল** (Seminiferous tubules) (চিত্র : 21.3) : প্রকোষ্ঠগুলি এলোমেলোভাবে জড়ানো বিশেষ একপ্রকার নালীতে ঠাসা থাকে। মোট প্রায় 200—400 মিটার দীর্ঘ এই নালীগুলিতেই শুক্র উৎপাদন হয়। তাই এদের শুক্রসৃজনশীল নালী বলে। এই নালী **ধারকপর্দায়** (Basement membrane) ঘেরা থাকে। ধারকপর্দার ভিতরে এই নালী বাইরের দিক থেকে ভিতরের দিকে পাঁচটি কোষস্তরে গঠিত। এগুলি যথাক্রমে স্পারমাটোগোনিয়া (Spermatogonia), মুখ্য বা



চিত্র : 21.3. মানুষের পুং গোনাড বা শুক্রাশয়ের অন্তর্গঠনে (বাঁদিকে) শুক্রসৃজনশীল নালীর গঠন

প্রাইমারী স্পারমাটোসাইট (Primary spermatocytes), গৌণ বা সেকেণ্ডারী স্পারমাটোসাইট (Secondary spermatocytes), স্পারমাটিড (Spermatid) এবং শুক্রাণু বা

স্পারমাটোজোয়া (Spermatozoa) উৎপাদন করে। এইভাবে শুক্রসৃজনশীল নালীতে বিভিন্ন স্তরে শুক্রাণুসৃষ্টির বিভিন্ন পর্যায় লক্ষ্য করা যায় (চিত্র : 21.3)। শুক্রসৃজনশীল-নালীর বাইরের স্তরে স্পারমাটোগোনিয়ার মধ্যে একধরনের ধারককোষ (supporting cells) থাকে যেগুলিকে **সারটোলি কোষ** (Cells of sertoli) বলে।

3. **ইন্টারস্টিসিয়াল কোষ** বা **লিডিগ কোষ** (Interstitial cells or Leydigs cells) ঃ শুক্রসৃজনশীল নালীতে অন্তর্বর্তী স্থানে অসংখ্য বহুভূজাকার ইন্টারস্টি-সিয়াল কোষ থাকে। এগুলিকে ইন্টারস্টিসিয়াল বা লিডিগ কোষ বলে। এগুলি থেকে প্রতিদিন 7.8 মিলিগ্রাম টেস্টোস্টেরন (testosterone) হরমোন নিঃসৃত হয়।

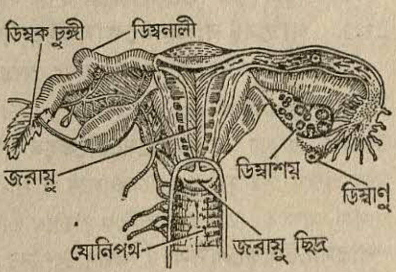
(iii) **শুক্রাশয়ের কাজ ঃ** শুক্রাশয়ের প্রধান কাজ দুটি ঃ শুক্রাণু উৎপাদন ও টেস্টোস্টেরন ক্ষরণ।

1. **শুক্রাণু উৎপাদন ঃ** শুক্রসৃজননালী থেকে শুক্রাণু উৎপন্ন হয়। এটি শুক্রাশয়ের বহিঃনিঃসারী কার্য (exocrine function)।

2. **টেস্টোস্টেরন ক্ষরণ ঃ** টেস্টোস্টেরন পুং-যৌন হরমোন। এটি ইন্টারস্টিসিয়াল কোষ থেকে ক্ষরিত হয়। টেস্টোস্টেরন হরমোনটি শুক্রাণু উৎপাদন থেকে সুরু করে গৌণ যৌন লক্ষণ ও গৌণ যৌনাঙ্গের বিকাশকে নিয়ন্ত্রণ করে।

B. স্ত্রী গোনাড বা ডিম্বাশয়ের গঠন ও কাজ ঃ

(i) **বহির্গঠন ও অবস্থান** (External structure and location) (চিত্র ঃ 21.4) ঃ স্ত্রীদেহে ছোট ডিম্বাকৃতি থলির মতো দুটি ডিম্বাশয় থাকে। ডিম্বাশয়দুটি বস্তিদেশের উভয় পাশে ডিম্বাশয় বন্ধনী (Ovarian ligament) ও মধ্য ডিম্বাশয় ঝিল্লির দ্বারা সঠিক স্থানে লেগে থাকে। ডিম্বনালীর মধ্য দিয়ে রক্তবাহ ও নার্ভ ডিম্বাশয়ে প্রবেশ করে। ডিম্বাশয়ের ওজন 4 গ্রামের মতো এবং আয়তন $4 \times 2{\cdot}5 \times 1{\cdot}5$ ঘন সেন্টিমিটার। শুক্রাশয়ের মতো ডিম্বাশয় স্থান পরিবর্তন করে না। তবে এর কলাস্থানীয় গঠন বয়স অনুসারে উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয়।



চিত্র : 21.4. স্ত্রী গোনাডের বা ডিম্বাশয়ের অবস্থান

(ii) **অন্তর্গঠন** (Histological structure) (চিত্র : 2.15) :

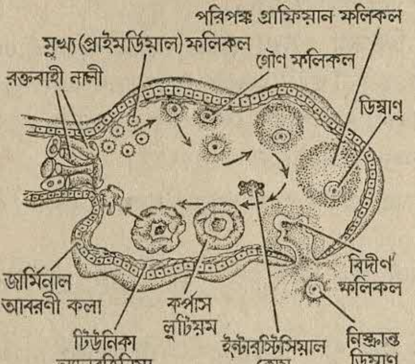
ডিম্বাশয় প্রধানত ছ'টি উপাদানে গঠিত—

1. **জার্মিনাল আবরণী কলা** (Germinal epithelium) ঃ এটি একস্তরে বিন্যস্ত একটানা কিউবইডাল কোষ দ্বারা গঠিত বাইরের স্তর। এই স্তরটি থেকেই গ্রাফিয়ান ফলিকল এবং তা থাকে ডিম্বাণু উৎপন্ন হয়।

2. **টিউনিকা অ্যালবুজিনিয়া** (Tunica albuginea) ঃ এটি জার্মিনাল আবরণী কলাস্তরে অন্তর্বর্তী যোগকলায় গঠিত দ্বিতীয় স্তর।

3. **স্ট্রোমা** (Stroma) ঃ দ্বিতীয় স্তরের সঙ্গে যুক্ত মসৃণ পেশীবহুল এই স্তরটি ডিম্বাশয়ের অন্যান্য কলাকে রক্ষা করে। এই অংশেই রক্তবাহ, লসিকাবাহ ও নার্ভ বিন্যস্ত থাকে।

4. **গ্রাফিয়ান ফলিকল** (Graffian follicle) ঃ এগুলি বিভিন্ন আকারের অপরিণত ও পরিণত ডিম্বস্থলী। পরিণত ডিম্বস্থলীর কেন্দ্রে **ডিম্বাণু** (Ovum) গঠিত হয়। অপরিণত ফলিকলগুলিকে মুখ্য বা প্রাইমর্ডিয়াল ফলিকল বলা হয়।



চিত্র : 21.5. ডিম্বাশয়ের অন্তর্গঠন

5. **কর্পাস লুটিয়ম** (Corpus luteum) ঃ পরিণত ডিম্বাণু গ্রাফিয়ান ফলিকল থেকে বেরিয়ে আসার পর ফলিকলের যে অংশ থেকে যায় তা থেকে এটি তৈরী হয়। এটি অস্থায়ী গ্রন্থি হিসাবে **প্রোজেস্টেরন** (Progesteron) ক্ষরণ করে।

6. **ইন্টারস্টিসিয়াল কোষ** (Interstitial cells) ঃ স্টোমা কোষ ও অবিদীর্ণ ফলিকল কোষ থেকে সৃষ্ট বহুভূজাকৃতি এবং লিপিডদানায় ভর্তি কোষগুলিকে ইন্টারস্টিসিয়াল কোষ বলে। এগুলি সম্ভবত **ইস্ট্রোজেন** (Oestrogen) হরমোন ক্ষরণ করে।

(iii) **ডিম্বাশয়ের কাজ** ঃ ডিম্বাশয়ের কাজ প্রধানত দুটি—

1. ডিম্বাণুসৃষ্টি (Oogenesis) ও 2. ইস্ট্রোজেন ও প্রোজেস্টেরন হরমোন ক্ষরণ।

21.3. গ্যামেট বা জননকোষ উৎপাদন [Gametogenesis]

গ্যামেট বা জননকোষ বলতে পুরুষের ক্ষেত্রে শুক্রাণু (Spermatozoa) এবং স্ত্রীর ক্ষেত্রে **ডিম্বাণু** (ovum বা egg)-কে বোঝায়। শুক্রাণু ও ডিম্বাণু উৎপাদন পদ্ধতিকে জননকোষ উৎপাদন প্রক্রিয়া বা **গ্যামেটোজেনেসিস** (Gametogenesis) বলে। পদ্ধতিটি উভয়ক্ষেত্রেই মোটামুটি এক হলেও গঠন ও পরিণতির দিক থেকে এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য আছে। তাই প্রক্রিয়াটিকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে—শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতিটিকে **স্পারমাটোজেনেসিস** ও ডিম্বাণু উৎপাদন পদ্ধতিটিকে **উজেনেসিস** বলে।

A. **শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতি** বা **স্পারমাটোজেনেসিস** (Spermatogenesis) (চিত্র ঃ 21.3) ঃ

যৌবনকাল না এলে পুরুষের দেহে পরিণত শুক্রাণু সৃষ্টি হয় না। একবার শুক্রাণু সৃষ্টি শুরু হলে বয়স বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে সেই ক্ষমতা চালু থাকে, যদিও বেশী বয়সে শুক্রাণু উৎপাদন হার কমে যায়। পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, শুক্রাশয়ের শুক্রসৃজননালী বা সেমিনিফেরাস টিউবিউলই হল শুক্রাণুসৃষ্টির কেন্দ্রস্থল। এদের ধারকপর্দাসংলগ্ন অংশে থাকে অসংখ্য **স্পারমাটোগোনিয়া** (Spermatogonia) নামে আদি শুক্রকোষ, যেগুলি অসংখ্যবার মাইটোসিস পদ্ধতিতে ভাঙতে পারে। এইভাবে ক্রমাগত ভাঙ্গার সময় এদেরই মধ্য থেকে একটি অপত্য কোষ (a daughter nucleus) শুক্রসৃজনশীল নালীর গহ্বরে চলে আসে

এবং সাময়িক বৃদ্ধি দশা (Growth phase) অতিক্রম করে **মুখ্য স্পারমাটোসাইট** (Primary spermatocyte) গঠন করে। এই অবস্থাতেই জননকোষটির আকৃতি সবচেয়ে বড় হয়। এরপর মুখ্য স্পারমাটোসাইটটি মায়োসিস বা হ্রাসকরণ বিভাজন (meiotic division) দ্বারা দুটি **গৌণ স্পারমাটোসাইটে** (Secondary spermatocyte) পরিণত হয়। এর ফলে মুখ্য স্পারমাটোসাইটের অর্ধসংখ্যক ক্রোমোজোমই কেবল গৌণ স্পারমাটোসাইটে আসতে পারে। সদ্য উৎপন্ন গৌণ স্পারমাটোসাইটগুলির আকৃতি মাতৃকোষের আকৃতি থেকে বেশ ছোট হয় এবং এরা টিউবিউল বা নালী গহ্বরের (lumen) নিকটে অবস্থান করে। স্বল্পায়ু গৌণ স্পারমাটিডগুলি মাইটোসিস পদ্ধতিতে ভেঙ্গে আরো ক্ষুদ্রাকৃতি **স্পারমাটিড** (Spermatid) গঠন করে। স্পারমাটিডগুলি পুনরায় বিভাজিত না হয়ে সরাসরি **শুক্রাণু** বা **স্পারমাটোজোয়ায়** (Spermatozoa) রূপান্তরিত হয় (চিত্র ঃ 21.6)। এই দশাটিকে **স্পার্মিওজেনেসিস** (Spermeogenesis) বলে। প্রতি টিউবিউলে শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতিটির পর্যায়ক্রমিক দশা লক্ষ্য করা যায়। তাই একটি প্রস্থচ্ছেদে সবকটি দশা নাও দেখা যেতে পারে। শুক্রাণু উৎপাদনের শুরু থেকে শেষ হতে প্রায় 74 দিন সময় লাগে।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, স্পারমাটোগোনিয়া থেকে আকারে বড় সারটোলি কোষগুলি ধারকপর্দায় সংলগ্ন থেকে টিউবিউল গহ্বর পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। স্পারমাটিড কোষগুলি উৎপন্ন হবার সঙ্গে সঙ্গে সারটোলি কোষের সাইটোপ্লাজমে ঢুকে পড়ে এবং সেখানেই শুক্রাণুতে রূপান্তরিত হয়। সারটোলি কোষগুলি শুক্রাণুকে পুষ্টি যোগায়। পরিপুষ্ট শুক্রাণুগুলি এর পর শুক্রসৃজন নালী বেয়ে শেষে এপিডিডাইমিসে চলে আসে। এখানে আসার পর শুক্রাণুগুলি অধিকতর সচল হয় এবং ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করার পুরো ক্ষমতা লাভ করে। এখান থেকে শুক্রনালীতে (vas deferens) এলে তবেই শুক্রাণুগুলি নিক্ষিপ্ত হতে পারে। নীচে শুক্রাণু উৎপাদনের ক্রমপর্যায় দেখান হল ঃ—

স্পারমাটোগোনিয়ম

সাধারণ বৃদ্ধি | (2n)

↓

মুখ্য স্পারমাটোসাইট (2n)

↓

মায়োসিস

↓

গৌণ স্পারমাটোসাইট (n)

↓

মাইটোসিস

↓

স্পারমাটিড (n)

↓

পরিণতি দশা

↓

শুক্রাণু

বা

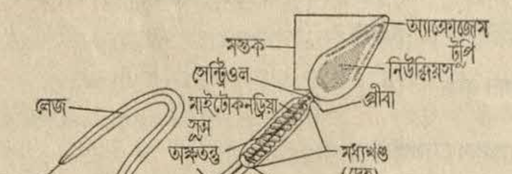
স্পারমাটোজোয়া (n)

(i) **শুক্রাণুতে অটোজোম ও লিঙ্গ ক্রোমোজোমের বণ্টন** (Distribution of autosomes and sex chromosome in a sperm) : মুখ্য স্পারম্যাটোসাইটে মায়োসিস বিভাজনের ফলে সেখান থেকে ক্রমশঃ উৎপন্ন শুক্রাণুতে ক্রোমোজোমের সংখ্যা বিভাজিত কোষের অর্ধেক দাঁড়ায়। অর্থাৎ 44টি অটোজোমের মধ্যে 22টি প্রতি শুক্রাণুতে আসে এবং X ও Y লিঙ্গ ক্রোমোজোমের মধ্যে যে কোন একটি আসে। এই কারণেই 50% শুক্রাণুর ক্রোমোজোম চরিত্র হয় 22+X এবং অপর 50% শুক্রাণুর চরিত্র হয় 22+Y। প্রথমটির দ্বারা ডিম্বাণু নিষিক্ত হলে কন্যাসন্তান ও দ্বিতীয়টি দ্বারা নিষিক্ত হলে পুত্রসন্তান হয়।

(ii) **শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতির নিয়ন্ত্রকসমূহ** (Factors controlling Spermatogenesis)

1. অগ্র পিটুইটারীর FSH ও LH
2. উষ্ণতা 1·5°—2°C.
3. ভাইটামিন A. C. E ও B-কমপ্লেক্সের কয়েকটি উপাদান।
4. থাইরয়েড।
5. অ্যাড্রিনাল কর্টেক্স।
6. টেস্টোস্টেরন ইত্যাদি।

(iii) **পরিণত শুক্রাণুর গঠন** (Structure of a mature spermatozoa) (চিত্র : 21.6) : একটি পরিণত শুক্রাণু* **মস্তক, গ্রীবা, মধ্যখণ্ড** ও **লেজে** বিভক্ত। ডিম্বাকৃতি মস্তকটি গলগি বস্তু থেকে উৎপন্ন **অ্যাক্রোজোম টুপিতে** (Acrosome cap) ঢাকা থাকে। মস্তকটি প্রধানত নিউক্লিয়স দ্বারা গঠিত। এটির দৈর্ঘ্য প্রায় 4—5μm এবং প্রস্থ প্রায় 2.5—3.5 μm গ্রীবা অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত, দুর্বল এবং সেণ্ট্রিওল যুক্ত। গ্রীবা থেকে উৎপন্ন অক্ষতন্তু শুক্রাণুর দেহে ভেদ করে লেজ পর্যন্ত বিস্তৃত। এই তন্তু শুক্রাণুর সংকোচন-প্রসারণকে (অর্থাৎ চলচ্ছক্তি) (motility) নিয়ন্ত্রণ করে।



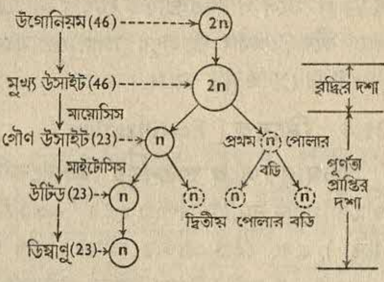
চিত্র : 21.6. একটি পরিণত শুক্রাণুর গঠন

মধ্যখণ্ডে তন্তুটিকে ঘিরে মাইটোকনড্রিয়ায় সর্পিল আবরণ বর্তমান। মধ্যখণ্ড ও লেজের সংযোগস্থলে একটি সেণ্ট্রিওল বলয় লক্ষ্য করা যায়। এর পরের দীর্ঘ সরু অংশটি **লেজ**। মধ্যখণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রায় 5—7 μm এবং প্রস্থ প্রায় 1μm। লেজটির প্রধান অংশের দৈর্ঘ্য প্রায় 45μm ; লেজটি শেষাংশের দৈর্ঘ্য প্রায় 5μm।

B. **ডিম্বাণু উৎপাদন পদ্ধতি** বা **উজেনেসিস** (Oogenesis) (চিত্র : 21.7) : বয়ঃসন্ধিকাল থেকে শুরু করে কম-বেশী 50 বৎসর পর্যন্ত ডিম্বাশয় থেকে ডিম্বাণু উৎপন্ন হয়। ডিম্বাশয়ের জার্মিনাল আবরণী কলা থেকেই ডিম্বাণু উৎপাদনের সূত্রপাত। প্রথমে

* পরিণত শুক্রাণুর দৈর্ঘ্য প্রায় 60mμ। এই দৈর্ঘ্য ডিম্বাণুর দৈর্ঘ্যের প্রায় সমান।

জার্মিনাল আবরণী কলা থেকে ফলিকল স্টিমুলেটিং হরমোন (F.S.H.)-এর প্রভাবে ক্রমপর্যায়ে অপরিণত ও পরিণত **ডিম্বস্থলী** বা **গ্রাফিয়ান ফলিকল** গঠিত হয়। আদি ডিম্বস্থলীর যে কোষটি ক্রমশঃ ডিম্বাণুতে রূপান্তরিত হয় তাকে আদি ডিম্বকোষ বা **উগোনিয়াম** (Oogonium) বলে। উগোনিয়মটি আকৃতিতে ক্রমশঃ বৃদ্ধি পেয়ে তার চারদিকের কোষগুচ্ছ থেকে আলাদা হয়ে গিয়ে গঠন করে **মুখ্য ডিম্বকোষ** বা **মুখ্য উসাইট** (Primary Oocyte] (চিত্র : 21.7)। মুখ্য উসাইট এবার মায়োসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে যে দুটি কোষ গঠন করে তাদের একটিকে **গৌণ ডিম্বকোষ** বা **গৌণ উসাইট** (Secondary Oocyte) এবং অপরটিকে **প্রথম পোলার বডি** (first polar body) বলা হয়। এই বিভাজনের সময় প্রথম পোলার বডি ডিম্বাণুর নিউক্লিয়স থেকে আলাদা হয়ে সাইটোপ্লাজমের একটি মেরুতে অবস্থান করে নয়ত সাইটোপ্লাজম থেকে নিক্ষিপ্ত হয়। যাইহোক গৌণ উসাইট এখানে আর বিভাজিত হয় না, যদি না এটি ফ্যালোপিয়ান নালীতে চলে আসে। সেখানে পরবর্তী পর্যায়ে দ্বিতীয় মায়োসিস বিভাজন (যা প্রকৃতপক্ষে মাইটোসিসের নামান্তর) দ্বারা গৌণ উসাইট ও প্রথম পোলার বডি থেকে চারটি কোষ গঠিত হলেও গৌণ উসাইট থেকে উৎপন্ন সবচেয়ে বড় কোষটি প্রকৃত কার্যক্ষম হয়ে ডিম্বাণু (Ovum)-তে রূপান্তরিত হয়। আকারে ছোট অপর তিনটি (দ্বিতীয় পোলার বডি—second polar body) জননের ব্যাপারে একেবারেই নিষ্ক্রিয় থাকে। অর্থাৎ প্রতিটি উগোনিয়ম বা মুখ্য উসাইট থেকে চারটি অপত্য কোষ সৃষ্টি হলেও তাঁদের মধ্যে **কেবলমাত্র একটি পরিপক্ক ডিম্বাণুতে** পরিণত হয়। নীচে ডিম্বাণু সৃষ্টির ক্রমপর্যায় দেখান হল :



চিত্র : 21.7. ডিম্বাণু উৎপাদন পদ্ধতি বা উজেনেসিস

উগোনিয়ম (2n)

↓

মুখ্য উসাইট (2n)

↓

মায়োসিস

↓

গৌণ উসাইট (n)

↓

মাইটোসিস

↓

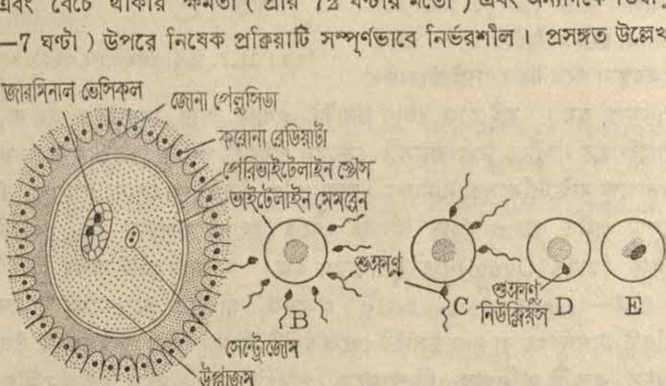
ডিম্বাণু + পোলার বডি
(n) (n)

(1) **ডিম্বাণুতে অটোজোম ও লিঙ্গ ক্রোমোজোমের বণ্টন** (Distribution of autosomes and sex chromosome in a ovum) ঃ মুখ্য উসাইটে (44 অটো + 2 লিঙ্গ) মায়োসিস বিভাজনের ফলে গৌণ উসাইটকে ও তৎপরে ডিম্বাণুতে ক্রোমোজোমের সংখ্যা দাঁড়ায় 22 অটো + 2 লিঙ্গ।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, স্ত্রীদেহে লিঙ্গ ক্রোমোজোমগুলি একই প্রকৃতির অর্থাৎ XX (পুরুষের ক্ষেত্রে XY)। ফলে পরিণত প্রতিটি ডিম্বাণু নির্ধারিত অটোজোমসহ কেবল X লিঙ্গ ক্রোমোজোমই লাভ করে ; অর্থাৎ ডিম্বাণুর লিঙ্গ ক্রোমোজোম সর্বদা একই ধরনের থাকে—পুরুষের মতো দু' ধরনের (X ও Y) হয় না।

21.4. নিষেক [Fertilization]

ডিম্বাণুর সঙ্গে শুক্রাণুর মিলনকে নিষেক বলে (চিত্র ঃ 21.8)। নিষেক ক্রিয়া ফ্যালোপিয়ান নালীতে সম্পন্ন হয়। একদিকে শুক্রাণুর নিষিক্তকরণ ক্ষমতা (প্রায় 48 ঘণ্টার মতো) এবং বেঁচে থাকার ক্ষমতা (প্রায় 72 ঘণ্টার মতো) এবং অন্যদিকে ডিম্বাণুর আয়ুর (প্রায় 6—7 ঘণ্টা) উপরে নিষেক প্রক্রিয়াটি সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, একটি



চিত্র ঃ 21.8 ডিম্বাণুর গঠন ও নিষেক প্রক্রিয়া
A—ডিম্বাণু গঠন : B—E নিষেকের ক্রমপর্যায়

ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করতে একটি মাত্র শুক্রাণুর প্রয়োজন হলেও সেখানে প্রায় 2 কোটির মতো শুক্রাণুর সমাবেশ ঘটা দরকার। তা না হলে নিষিক্তকরণের সম্ভাবনা বহুলাংশে কমে যায়। ডিম্বাণুকে ঘিরে রাখা **করোনা রেডিয়াটা** (Corona radiata) স্তরকে ভেদ করার জন্য যে রাসায়নিক সংঘর্ষ (chemical warfare) বাধে তাতেই অধিকাংশ শুক্রাণু মারা যায়। এদের মধ্যে সবচেয়ে শক্তিশালী শুক্রাণুটিই ঝাঁকুনি দিতে দিতে এই স্তর ভেদ করে **জোনা পেলুসিডা** (Zona pellucida)-য় পৌঁছাতে পারে।

(1) **ডিম্বাণুর প্রাকারভেদ করে শুক্রাণুর প্রবেশ ঃ** শুক্রাণুর সংস্পর্শে আসা মাত্র জোনা পেলুসিডার ভৌত লক্ষণের পরিবর্তন ঘটে। এখানেই শুক্রাণুটি তার অ্যাক্রোজোম টুপি (চিত্র ঃ 21.6) ত্যাগ করে। অ্যাক্রোজোম থেকে নিঃসৃত এনজাইম জোনা পিলুসিডার অত্যন্ত সীমিত অঞ্চল বিনষ্ট করে এবং শুক্রাণুটি তখনই সহজে এই অঞ্চল ভেদ করে ভিতরে ঢুকতে পারে। এরপর **পেরিভাইটেলাইন স্পেস** (Perivitelline space) অতিক্রম

করে শুক্রাণুটি ডিম্বাণুর **ভাইটেলাইন পর্দা** (Vitelline membrane) স্পর্শ করে। লেজের ফ্ল্যাজেলা বিক্ষিপ্ত করে শুক্রাণু এই পর্দা ভেদ করে ভিতরে চলে যায়। শুক্রাণুর মস্তকটি যেখানে ভাইটেলাইন পর্দা স্পর্শ করে সেখানে ডিম্বাণুর **উপ্লাজম** (Ooplasm) ফুলে উঠে শুক্রাণু প্রবেশকে সহজসাধ্য করে। শুক্রাণুর মস্তকটি এবং সম্ভবত গ্রীবার কিছু অংশ ডিম্বাণুর মধ্যে প্রবেশ করে—কিন্তু বাকি পিছনের অংশ ঝড়ে গিয়ে নষ্ট হয়ে যায়।

(2) **শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর মিলন**ঃ ইতিমধ্যে ডিম্বাণু ও শুক্রাণুর নিউক্লিয়স দুটি মিলিত হয় (**সিনগ্যামি**) এবং এই উদ্দীপনাই সংযুক্ত নিউক্লিয়সটিকে দ্রুত বিভাজিত হতে উদ্দীপ্ত করে। নিষিক্ত ডিম্বাণু সঙ্গে সঙ্গে অস্বাভাবিক দ্রুততায় বিভক্ত হতে থাকে।

(3) **ফ্যালোপিয়ান নালীর ভিতর দিয়ে নিষিক্ত ডিম্বাণু পরিবহণ**ঃ এইভাবে দ্রুত বিভাজনের ফলে যে কোষপিণ্ড (মোরুলা, morula) গঠিত হয় সেটি ফ্যালোপিয়ান নালীস্থ এপিথেলিয়মের সিলিয়ারী চলনের ফলে ক্রমশঃ জরায়ুর দিকে এগুতে থাকে এবং **আট দিনের দিন** জরায়ুতে এসে পৌঁছায় (চিত্র ঃ 21.4)। তারপর নিষিক্ত ডিম্বাণুটি জরায়ু গাত্রের **অমরায়** (Placenta) রোপিত হবার সঙ্গে সঙ্গে গর্ভসঞ্চার হয়।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য, শুক্রাণু নিউক্লিয়স ও ডিম্বাণুর নিউক্লিয়স মিলিত হলেই **জাইগোট** (zygote) গঠিত হয়। জাইগোটে স্বভাবতই $n+n$ অর্থাৎ $2n$ বা 46 সংখ্যক ক্রোমোজোম ফিরে আসে। এককোষী জাইগোট ক্রমাগত মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভক্ত হতে হতে স্ত্রী বা পুরুষ দেহ গঠন করে। 46টি ক্রোমোজোমের মধ্যে একজোড়া **লিঙ্গ ক্রোমোজোম** (sex chromosome) লিঙ্গ নির্ধারণ করে। পুরুষের দুটি লিঙ্গ ক্রোমোজোম 'XY'। বাকি 44টি ক্রোমোজোমকে **অটোজোম** (Autosome) বলে। পুরুষের X ক্রোমোজোম স্ত্রীর X ক্রোমোজোমের সঙ্গে মিললে সন্তান হয় মেয়ে (44+XX) ; আর পুরুষের Y ক্রোমোজোমের সঙ্গে স্ত্রীর X ক্রোমোজোম মিললে সন্তান হয় ছেলে (44+XY)। সুতরাং বলা যায় লিঙ্গ নির্ধারণে স্ত্রীর কোন ভূমিকা নেই ; সেটা নির্ভর করে পুরুষের কোন্ ক্রোমোজোম অর্থাৎ X ও Y—এর কোনটি ডিম্বাণুর (X) সঙ্গে মিলিত হয় তার উপর।

21.5. জননক্ষমতা ও জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ [Control of fertility and population]

যৌবনোন্মেষের সঙ্গে সঙ্গেই জীবের জননক্ষমতা প্রকাশ পায়। মানুষের জননক্ষমতা দীর্ঘস্থায়ী ; মেয়েদের ক্ষেত্রে সাধারণত 50—55 বৎসর পর্যন্ত জনন ক্ষমতা থাকলেও পুরুষের জননক্ষমতা আরো বেশীদিন স্থায়ী হয়। সুতরাং জননক্ষমতা ও জন্মনিয়ন্ত্রণ ওতপ্রোতভাবে জড়িত।

অপ্রতিহত ধারায় বিশ্বের—বিশেষত আমাদের দেশের তাবৎ মানুষ বংশবৃদ্ধি করতে থাকলে খাদ্য, বাসস্থান ও কর্মসংস্থান নিয়ে ইতিমধ্যেই দেখা দেওয়া সমস্যাগুলি আরো প্রকট হবে। ঝড়, সাইক্লোন, বন্যা, ভূমিকম্প, মহামারী, দুর্ভিক্ষ প্রভৃতি প্রাকৃতিক উপায়ে সময় সময় জনসংখ্যা কমলেও স্বাভাবিক মৃত্যুর হার আজকাল কমতির দিকে। শিশুমৃত্যু, অকাল-মৃত্যুর হারও উল্লেখযোগ্যভাবে কমে গেছে। তবু জ্যামিতিক হারে মানুষের সংখ্যাবৃদ্ধি ঘটছে। এই সংখ্যাবৃদ্ধিই হল আজকের সবচেয়ে বড় সমস্যা। সীমিত জমি ও সামর্থ্য নিয়ে কোন দেশই এই সমস্যার সুষ্ঠু সমাধান করতে পারবে না, যদি না মানুষ স্বতঃপ্রবৃত্ত হয়ে জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণে তৎপর হয়।

জনগণকে অধিক সন্তানের কুফল সম্বন্ধে অবহিত করতে পারলে এবং তাদের ঠিকভাবে শিক্ষিত করতে পারলে তবেই স্বেচ্ছা-প্রণোদিত হয়ে মানুষ জন্মনিয়ন্ত্রণে এগিয়ে আসবে। আজকাল জন্মনিয়ন্ত্রণের নানাবিধ পন্থা অনুসৃত হচ্ছে। সহরে তো বটেই, গ্রামাঞ্চলেও বহু **প্রাথমিক স্বাস্থ্যকেন্দ্র** (Primary health units) ও **পরিবার পরিকল্পনা কেন্দ্র** (Family planning centres) খোলা হয়েছে যেখানে ইচ্ছুক লোকেরা বিনা ব্যয়ে সব রকমের সহযোগিতা পেতে পারেন।

ভারতের মতো বিরাট দেশে জন্মনিয়ন্ত্রণ করার পথে নানান বাধা। তবু নিম্নোক্ত পন্থাগুলি প্রয়োগে আশানুরূপ ফল পাওয়া যেতে পারে।

1. **জন্মনিয়ন্ত্রণ সম্বন্ধে প্রচার ঃ** শিক্ষিত মানুষের মধ্যে জন্মনিয়ন্ত্রণ পন্থা যতটা প্রচলিত অশিক্ষিতের মধ্যে ততটা নয়। তাদের যথাযথভাবে শিক্ষিত করে নিম্নোক্ত যে কোন একটি উপায়কে বেছে নিতে অনুপ্রাণিত করতে হবে।

(i) **টিউবেকটমি** (Tubectomy) ঃ এই পদ্ধতিটি স্ত্রীর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। অস্ত্রপ্রচার দ্বারা ডিম্বাণুর বহির্গমন পথ বন্ধ করাই হল এর আসল উদ্দেশ্য।

(ii) **ভাসেকটমি** (Vasectomy) ঃ এটি পুরুষদের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। এই অস্ত্র-প্রচারে শুক্রাণুর নির্গমন পথ বন্ধ করা হয়।

2. **নিষেকে বাধা দান ঃ** শুক্রাণু ও ডিম্বাণু যাতে মিলতে না পারে সেজন্য রাবার নির্মিত নানা রকম গর্ভনিরোধক পদার্থ ব্যবহার করতে শিক্ষা দিতে হবে।

3. **গর্ভনিরোধক বড়ির ব্যবহার ঃ** গর্ভনিরোধক হরমোন বড়ি ব্যবহারে সুফল পাওয়া যায়। নিয়মিত ও নিয়মমতো এর ব্যবহার বাঞ্ছনীয়।

4. **শুক্রাণুনাশক রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার :** নিষেক প্রতিহত করার জন্য **জেলি, ফোম, ক্রিম** প্রভৃতি ব্যবহার করা যেতে পারে। এতে শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করার সুযোগ পায় না, তার আগেই মরে যায়।

5. **অন্তর্জরায়ু ব্যবস্থা ঃ** নিষিক্ত হলেও ডিম্বাণু যাতে অমরায় বাঁধা পরতে না পারে সেজন্য জরায়ুর ভিতরে 'লুপ' ব্যবহার করতে বলা হয়।

6. **নিরাপদ সময় নির্বাচন :** মাসিক ঋতুচক্র শুরুর 7 থেকে 21 দিন বাদে অন্যাদিনগুলিতে শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর সাক্ষাৎ সাধারণত সম্ভব নয়। সুতরাং ঐ সময়টিকে নিরাপদ সময় বলা হয়। নিরাপদ সময় নির্বাচন করা অত্যন্ত সহজ পদ্ধতি। এটি ঠিক ঠিক শিখে নিতে পারলে জন্মনিয়ন্ত্রণ করা অত্যন্ত সহজসাধ্য হয়ে দাঁড়ায়।

7. **আইন দ্বারা জন্মনিয়ন্ত্রণ ঃ** জন্মনিয়ন্ত্রণ ও জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ ওতপ্রোতভাবে জড়িত। আজকাল আইনের সাহায্যে জন্মনিয়ন্ত্রণ করার চেষ্টা চলছে। ইতিমধ্যে এ ব্যাপারে যে সব পন্থা গৃহীত হয়েছে সেগুলি হল—

(i) বিবাহের বয়স বৃদ্ধি (মেয়ের ক্ষেত্রে 18 এবং ছেলের ক্ষেত্রে 21)

(ii) একাধিক বিবাহ আইনত দণ্ডনীয় করা।

(iii) অবাঞ্ছিত সন্তানের জন্য গর্ভপাত। এটি চরম ব্যবস্থা। 1972 খ্রীষ্টাব্দে গর্ভপাত

আইন বলবৎ হবার পর 1976 খ্রীষ্টাব্দ পর্যন্ত প্রায় 50 হাজার অবাঞ্ছিত শিশুর জন্ম প্রতিরোধ করা সম্ভব হয়েছে। উল্লেখিত উপায়ে এক বা একাধিক পন্থা অনুসরণ করলে জন্মনিয়ন্ত্রণের সঙ্গে সঙ্গে জনবিস্ফোরণ রোধ সম্ভব।

॥ অনুশীলনী ॥

[A] দীর্ঘ উত্তর/রচনাভিত্তিক প্রশ্ন [Long answer/Essay type questions.]

1. মুখ্য যৌনাঙ্গ বা গোনাড কাকে বলে? পুরুষের গোনাড কোনটি? পুং গোনাডের অবস্থান বহির্গঠন ও অন্তর্গঠনের সচিত্র বিবরণ দাও। [What is called gonad? Which is male gonad? Give an illustrated account of the position, external and internal structure of a male gonad.] [উ। 21.2A দেখ]

2. শুক্রাশয়ের অণুবীক্ষণিক গঠনের সচিত্র বর্ণনা দাও। [Describe the microscopic structure of a testis.] [উঃ। 21.2A (ii) দেখ]

3. যে কোন একটি মুখ্য যৌনাঙ্গের গঠন ও কার্যের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। [Give a brief account of the structure and functions of any one of the gonads.] [উঃ। 21.2 A বা B দেখ]

4. ডিম্বাশয়ের অন্তর্গঠন ও কাজের বিস্তারিত পরিচয় দাও। [Give a detailed idea about the internal structure and function of ovary.] [উঃ। 21.2 B দেখ]

5. গ্যামেটোজেনেসিস বা গ্যামেট উৎপাদন পদ্ধতি বলতে কি বোঝ? শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতিটির বিস্তারিত বিবরণ দাও। [What do you understand by the terms "Gametogenesis"? Give a detailed account of the method of sperm production.] [উঃ। 21.3 A দেখ]

6. 'উজেনেসিস' কি? পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা কর। [What is Oogenesis? Explain the process.] [উঃ। 21.3 B দেখ]

7. নিষেক কাকে বলে? নিষেক পদ্ধতির সচিত্র বিবরণ দাও। [What is fertilization? Give an illustrated account of the method of fertilization.] [উঃ। 21.4 দেখ]

8. জনন ক্ষমতা ও জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সম্বন্ধে একটি নাতিদীর্ঘ প্রবন্ধ লেখ। [Write a short essay on the control of fertility and population.] [উঃ। 21.5 দেখ]

[B] সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Short answer type questions]

9. প্রধান যৌনাঙ্গ বা গোনাড বলতে কি বোঝায়? গোনাডের কাজ কি? [What is meant by gonad? What is its function?] [উঃ 21.2 দেখ]

10. শুক্রাণু ও ডিম্বাণু উৎপাদন পদ্ধতিকে কি বলা হয়? শুক্রাণু গোনাডের কোন জায়গা থেকে উৎপন্ন হয়? জায়গাটির ছবি এঁকে লেবেল কর। [What is the term applied to the method of production of sperms and ovum? From which part of the gonad sperms are formed? Draw and lebel the region.] [উঃ। 21.3 দেখ]

11. শুক্রাণুতে ও ডিম্বাণুতে অটোজোম ও লিঙ্গ ক্রোমোজোমের বন্টন কিভাবে ঘটে? গ্রাফিয়ান ফলিকল কি? [How are the sex choromosomes and autosomes distributed in sperms and ova? What is graffian follicle?] [উ: 21.3 A (1) ও B দেখ]

12. শুক্রাণু কিভাবে ডিম্বাণুর প্রাকার ভেদ করে ব্যাখ্যা কর। [Explain how a sperm penetrates the wall of ovum.] [উঃ। 21.4 (1) দেখ]

[C] অত্যন্ত সংক্ষিপ্ত (সুনির্দিষ্ট) উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন [Very short (specific) answer type questions.]

13. শুক্রাশয় মধ্যস্থ ইন্টারস্টিসিয়াল কোষের কাজ কি? সারটোলি কোষ কাকে বলে? এর কাজ কি? [What is the function of interstitial cells of a testis? What is a Sertoli cell? What is its function?] [উঃ: 21.2 (ii) 3 ও 2 দেখ]

14. স্ত্রী গোনাডে জার্মিনাল আবরণী কলার গুরুত্ব কি ? গ্রাফিয়ান ফলিকল ও ডিম্বাণুর সম্বন্ধ কি ? [What is the germinal epithelium in a female gonad ? What is the relation between graffian follicle and ovum ?] [উঃ। 21.2 B দেখ]

15. শুক্রাণু উৎপাদন পদ্ধতির নিয়ন্ত্রক সমূহের নাম কর। [Name the factors controlling spermatogenesis.] [উঃ। 21.3 (ii) দেখ]

16. উসাইট কাকে বলে ? মুখ্য উসাইট ও গৌণ উসাইটের মধ্যে পার্থক্য কি ? পোলার বডি বলতে কি বোঝ ? [What is an Oocyte ? What is the difference between primary and secondary Oocytes ? What do you mean by polar body ?] [উঃ। 21.3 B দেখ]

17. **পার্থক্য নির্দেশ কর** [Distinguish between]

(1) স্পারমাটোজেনেসিস ও উজেনেসিস [Spermatogenesis and Oogenesis] [উঃ। 21·3 দেখ]

(2) মুখ্য স্পারমাটোসাইট ও গৌণ স্পারমাটোসাইট [Primary and secondary spermatocytes.] [উঃ। 21.3 A দেখ]

(3) মুখ্য উসাইট ও গৌণ উসাইট [Primary and Secondary Oocyte] [উঃ। 21.3 B দেখ]

(4) জোনা পেলুসিডা ও করোনা রেডিয়াটা [Zona pellucida and Corna radiata] [উঃ। 21.4 দেখ]

(5) টিউবেকটমি ও ভাসেকটমি [Tubectomy and Vasectomy] [উঃ। 21.5 দেখ]

18. বন্ধনীর মধ্য থেকে সঠিক শব্দ/শব্দসমষ্টি নির্বাচন করে বাক্য রচনা করে। [Choose the correct word/words from the parenthesis and complete the sentences·]

(1) নিষেক বলতে (শুক্রাশয় ও ডিম্বাশয়ের/শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর/অটোজোম ও লিঙ্গ ক্রোমোজোমের) মিলনকে বোঝায়।

(2) সেমিনিফেরাস টিউবিউল থেকে উৎপন্ন হয় (ডিম্বাণু/পোলার বডি/শুক্রাণু)।

(3) গোনাড বলতে (জরায়ু ও শুক্রস্থলীকে/শুক্রাশয় ও ডিম্বাশয়কে/স্পারমাটোসাইট ও উসাইটকে) বোঝায়।

(4) শুক্রাণুর বেঁচে থাকার ক্ষমতা (72 ঘণ্টা/48 ঘণ্টা/6-7 ঘণ্টা)।

(5) ভাইটেলাইন পর্দা হল (শুক্রাণুর পর্দা/ডিম্বাণুর পর্দা/কারুরই পর্দা নয়)।

19. **শূন্যস্থান পূরণ কর :** [Fill in the blanks.]

(1) শুক্রাশয়ের বাইরের তন্তুময় আবরণটির নাম —।

(2) গ্রাফিয়ান ফলিকল উৎপন্ন হয় — আবরণী কলা থেকে।

(3) গৌণ স্পারমাটিড মাইটোসিস পদ্ধতিতে — গঠন করে।

(4) নিষেক ক্রিয়া সম্পন্ন হয় — তে।

(5) ডিম্বাণু উৎপাদনের আগে — এ মায়োসিস হয়।

20. **সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ** [Write short notes on]

(a) করোনা রেডিয়াটা (Corona radiata) ; (b) ভাইটেলাইন পর্দা (Vitelline membrane) (c) অ্যাক্রোজোম টুপি (Acrosome cap) ; (d) সেমিনিফেরাস টিউবিউল (Seminiferous tubule) ; (e) গ্যামেটোজেনেসিস (Gametogenesis) ; (f) গ্রাফিয়ান ফলিকল (Graffian follicle) ; (g) টেস্টোস্টেরন (Testosterone) ; (h) সারটোলি কোষ (Cells of Sertoli) ; (i) টিউনিকা অ্যালবুজিনিয়া (Tunica albuginea) ; (j) নিষেক (Fertilization) ; (k) স্পারমাটোজেনেসিস (Spermatogenesis) ; (l) উজেনেসিস (Oogenesis)।

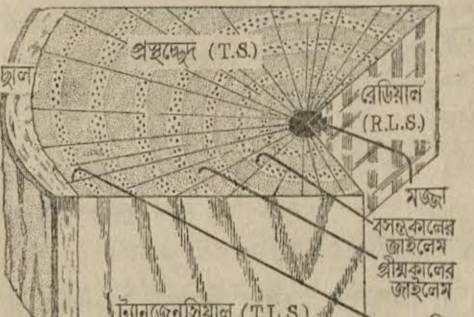
[উঃ। অধ্যায়ের বিভিন্ন অংশ দেখ]

বিভাগ ক—উদ্ভিদবিদ্যা
Group A—(Botany)
অন্তর্গঠন [Anatomy]

22.1. ছেদ নেওয়া বা সেকসান কাটা [Section cutting]

A. ক্ষুর ধরার নিয়ম (Method of holding razor)

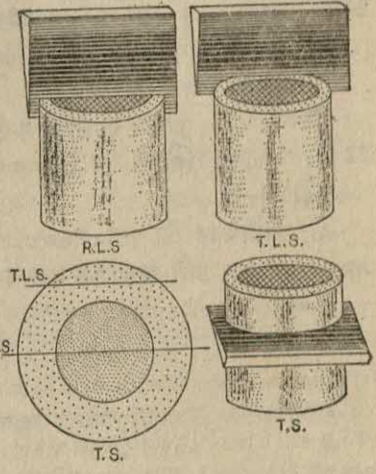
ছেদ কেমন হবে তা নির্ভর করে নিয়মমাফিক ক্ষুর ধরার উপর। তাছাড়া ক্ষুর হতে হবে খুব ধারালো। ছেদ নেবার সময় ক্ষুরটিকে এমনভাবে ধরতে হবে যাতে ক্ষুরের ব্লেড ও হাতল প্রায় সমকোণে থাকে। হ্যাণ্ডেলটিকে আল্গা রেখে আঙুলটিকে ক্ষুরের গোড়ার সরু শেষাংশ ও হাতলের মধ্যেকার কোণে চেপে ধরতে হবে। এবার এক দিকে সামনের থেকে দ্বিতীয়, তৃতীয় ও চতুর্থ আঙুল অর্থাৎ তর্জনী, মধ্যমা ও অনামিকা একত্র করে সেগুলির ডগা দিয়ে ক্ষুরের গোড়ার ভোঁতা দিক এবং কেবল বুড়ো আঙুল দিয়ে তার সামনের দিক চেপে ধরতে হবে।



চিত্র : 22.1 কাণ্ডের ছেদের ত্রিমাত্রিক দৃশ্য

B. ছেদের তল (Plane of section cutting)*

সাধারণত দুভাবে উদ্ভিদ অঙ্গের ছেদ নেওয়া হয়, যেমন—**প্রস্থচ্ছেদ**, (Transverse section or T.S.) ও **দীর্ঘচ্ছেদ** (Longitudinal section or L.S. or V.S.)। দীর্ঘচ্ছেদ আবার দুভাবে নেওয়া যেতে পারে—দুটি ভিন্ন তলে। কেন্দ্র বরাবর দীর্ঘচ্ছেদকে **রেডিয়াল দীর্ঘচ্ছেদ** (Radial longitudinal section or R. L. S.) এবং কেন্দ্র থেকে দূরে পরিধি ঘেঁসে দীর্ঘচ্ছেদকে **ট্যানজেনসিয়াল দীর্ঘচ্ছেদ** (Tangential longitudinal section or T. L. S) বলা হয়। 22.2 ছবিতে ছেদের বিভিন্ন তল দেখানো হল।



চিত্র : 22.2 ছেদের বিভিন্ন তল

* পরীক্ষায় সাধারণত কোন উদ্ভিদাঙ্গের প্রস্থচ্ছেদ করতে দেওয়া হয়।

22.2. জলে বা গ্লিসারিনে ছেদ মাউন্ট করার নিয়ম [Procedure of mounting the section in water or glycerine]

পরিষ্কার স্লাইডে ড্রপারের সাহায্যে একফোঁটা জল বা গ্লিসারিন নিয়ে তার মধ্যে সবচেয়ে পাতলা নির্বাচিত ছেদটি রাখ। কভার স্লিপের (Cover slip) একদিক (স্লাইডের বাঁদিকে) গ্লিসারিন বা জলের সংস্পর্শে এনে তাকে 45° কোণে ধরে রাখ। এবার বিপরীত দিক থেকে কভার স্লিপের মধ্যে একটি সূচালো নিডল ঢুকিয়ে দাও। নিডলটি আস্তে আস্তে এমনভাবে বার করে আনতে থাক যাতে কভার স্লিপটি ক্রমশঃ নীচে নেমে আসে। কভার স্লিপ পুরো শুয়ে পড়লে নিডল বার করে নাও, লক্ষ্য রাখবে যাতে স্লাইডের মধ্যে বুদবুদ ঢুকে না পড়ে।



চিত্র : 22.3 ছেদ মাউন্ট করার নিয়ম

22.3. মাউন্ট করার উপযোগী গ্লিসারিন তৈরীর নিয়ম [Method of preparation of glycerine for mounting]

100 সিসি জলে 10—15 সিসি গ্লিসারিন মেশাও। প্রয়োজনে ব্যবহারের জন্য এটিকে ড্রপিং বোতলে রেখে দাও।

22.4. কাণ্ড, মূল ও পাতার প্রস্থচ্ছেদকরণ ও সেগুলির সনাক্তকরণ* [Section cutting of stems, roots and leaves and their identification]

[8.8—8.10 দেখ]

উদ্ভিদ শারীরবৃত্ত [Plant Physiology]**

22.5. শ্বসনের পরীক্ষা [Experiments on respiration]

পরীক্ষা—1.

A. **পরীক্ষার উদ্দেশ্য** (Purpose of the experiment) : **সবাত শ্বসনের সময় যে কার্বন ডাই-অক্সাইড মুক্ত হয় তা দেখানো।**

[লম্বা গলা একটি গোলতল ওল্টানো ফ্লাস্কের মধ্যে টাটকা ফুলের পাপড়ি (বা অঙ্কুরিত

* পরীক্ষার সময় এই স্পেসিমেনগুলিকে 'A' চিহ্ন দেওয়া হবে। ছেদ নিয়ে তাকে মাউন্ট করার পরে বিভিন্ন অঙ্গ লেবেল করে নমুনাটিকে সনাক্ত করতে হবে।

** পরীক্ষার সময় উদ্ভিদ শারীরবৃত্তীয় পরীক্ষাগুলি (Plant Physiological experiments) থেকে দুটি (B ও C চিহ্নিত) টেবিলে সাজানো থাকবে। এদের মধ্যে থেকে যে কোন একটি বেছে নিয়ে তার সম্বন্ধে দুটি বিষয় লিখতে হবে।—(i) পরীক্ষার উদ্দেশ্য ও (ii) ঐ পরীক্ষাগুলি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয়।

ছোলা) রয়েছে। গলার মুখটিতে তুলো দেওয়া। ফ্লাস্কের মুখটি ছিপি দিয়ে আঁটা, তবে তার মধ্য দিয়ে একটা সরু কাচনল প্রবেশ করানো আছে। গলার মুখে একটি KOH দণ্ড রাখা আছে। ফ্লাস্কটি স্ট্যাণ্ডের সঙ্গে এমনভাবে ক্ল্যাম্প করা আছে যাতে সরু কাচনল নীচে রাখা পাত্রের পারদে ডুবে থাকে।]

B. পরীক্ষাটি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষণীয় বিষয় (The main observation to prove the physiological process) :

সবাত শ্বসনে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন ফ্লাস্কের মধ্যের ফাঁপা জায়গা থেকেই পাওয়া যায়। অক্সিজেনের সঙ্গে যেটুকু কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে তা পরীক্ষা শুরুর সময়েই KOH দণ্ড শুষে নেয়, ফলে পারদে ডুবে থাকা ফ্লাস্কের নলে কিছুটা পারদ পরীক্ষা শুরুর সময়েই উঠে আসে। সেখানে দাগ দিয়ে রাখা হয়। জীবন্ত পাপড়ি বা অঙ্কুরিত ছোলা শ্বসন চালায় এবং ফ্লাস্ক থেকে অক্সিজেন শুষে নিয়ে সমপরিমাণ কার্বন-ডাই অক্সাইড ত্যাগ করে। KOH দণ্ড সেই কার্বন ডাই-অক্সাইডকেও শুষে নেওয়ার ফলে যে জায়গা খালি হয় সেই জায়গা পারদস্তম্ভ উপরে উঠে এসে দখল করে নেয়। দ্বিতীয়বার পারদস্তম্ভ প্রথম দাগ থেকেও উপরে উঠে আসা থেকে প্রমাণিত হয় যে, উদ্ভিদের সজীব অংশ সবাত শ্বসনে যেমন অক্সিজেন শুষে নেয় তেমনি সমপরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইডও পরিত্যাগ করে।

পরীক্ষা—2

A. পরীক্ষার উদ্দেশ্য : বাতাসহীন পরিবেশেও যে উদ্ভিদাঙ্গ শ্বসন চালাতে পারে তা দেখানো।

[পারদপূর্ণ একটি টেস্টটিউব অন্য একটি পারদপূর্ণ পাত্রে ওল্টানো রয়েছে। টেস্ট-টিউবের তলায় (এখানে ওল্টালে ঊর্ধ্বদেশে) রয়েছে কতকগুলি অঙ্কুরিত ছোলা। টেস্ট-টিউবটি ক্ল্যাম্পে আটকানো।]

B. পরীক্ষাটি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয় : পরীক্ষারম্ভে দেখা যাচ্ছে পারদস্তম্ভে বাতাস নেই ; অর্থাৎ বীজগুলিকে বাতাসহীন পরিবেশে শ্বসন চালাতে বাধ্য করা হচ্ছে। কয়েকঘণ্টা বাদে একই পরীক্ষাপাত্র পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যায় যে, পারদস্তম্ভ কিছুটা নীচে নেমে এসেছে এবং একটি ফাঁকা স্থান সৃষ্টি হয়েছে। ঐ স্থানটি যে কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্বারা পূর্ণ তা KOH দণ্ড প্রবেশ করালেই প্রমাণিত হয়। কারণ KOH দণ্ড কার্বন ডাই-অক্সাইড শুষে নেওয়া মাত্রই পারদস্তম্ভ উপরে উঠে যায়। পরীক্ষাটি থেকে প্রমাণিত হয় যে, বাতাসহীন পরিবেশেও উদ্ভিদাঙ্গ শ্বসন চালায়। এটি প্রকৃতপক্ষে অবাত-শ্বসন পদ্ধতি।

22.6. সালোকসংশ্লেষের পরীক্ষা [Experiments on Photosynthesis]

পরীক্ষা—1.

A. পরীক্ষার উদ্দেশ্য : সালোকসংশ্লেষের সময় যে O_2 উৎপন্ন হয় তা দেখানো।

[$\frac{3}{4}$ অংশ জলপূর্ণ একটি বিকারের মধ্যে রাখা কিছু জলজ উদ্ভিদ (হাইড্রিলা) একটি

ছোট গলা ফানেল দিয়ে এমনভাবে ঢাকা রয়েছে যাতে কাণ্ডের কাটা অংশগুলি ঊর্ধ্বমুখী থাকে। জলপূর্ণ একটি টেস্টটিউব ঐ ফানেলের গলায় উল্টে বসান আছে। ঐ পরীক্ষাপাত্রটি রোদে রাখা হয়েছে যাতে সালোকসংশ্লেষ চলতে পারে।]

B. **পরীক্ষাটি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয়ঃ** পরীক্ষাপাত্রটি সাজাবার কিছুক্ষণ পরেই জলজ উদ্ভিদের ঐ ঊর্ধ্বমুখী কাটা অংশ থেকে অনবরত বুদবুদ উঠতে থাকে এবং ওল্টানো টেস্টটিউবের তলদেশে জমতে থাকে। ওগুলি গ্যাসের বুদবুদ। গ্যাস যত জমে ততই টেস্টটিউবের জল নীচে নামতে থাকে। টেস্টটিউবটি অ্যালকালি পাইরোগ্যালেটে ডোবালে জল আবার উপরে উঠে আসে। এই রাসায়নিক পদার্থটির কেবল অক্সিজেন শোষণের ক্ষমতা থাকায় গ্যাসটি যে অক্সিজেন তা প্রমাণিত হয়। সুতরাং এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, সালোকসংশ্লেষ চলতে থাকলে অক্সিজেন নির্গত হয়।

পরীক্ষা—2.

A. **পরীক্ষার উদ্দেশ্যঃ সালোকসংশ্লেষে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড অপরিহার্যতা দেখানো।**

[দ্বিখণ্ডিত ছিপি দিয়ে মুখ আঁটা একটি বোতল বা কনিক্যাল ফ্লাস্ক কাৎ করে শোয়ানো রয়েছে যার মধ্যে KOH দ্রবণ রাখা আছে। আগেই শ্বেতসার মুক্ত করা হয়েছে এমন একটি টবে লাগানো গাছের পাতার অর্ধাংশ দু'ভাগে ভাগ করা ছিপির মধ্য দিয়ে বোতলে ঢোকানো রয়েছে।]

B. **পরীক্ষাটি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয়ঃ** পাতার যে অর্ধাংশ বোতলের বাইরে আছে সেই অর্ধাংশ জল, কার্বন ডাই-অক্সাইড ও আলো পেয়ে স্বাভাবিক-ভাবেই সালোকসংশ্লেষ চালাচ্ছে। কিন্তু বোতলে KOH রাখার ফলে সেখানে সালোকসংশ্লেষ চালানোয় বিঘ্ন ঘটানো হয়েছে ; কারণ KOH বোতলের মধ্যেকার কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করে নিয়েছে। কয়েক ঘণ্টা রোদে রাখার পর পাতাটি বিচ্ছিন্ন করে গরম জলে ফুটিয়ে ক্লোরোফিল তাড়িয়ে 1% আয়োডিন দ্রবণে ডোবালে দেখা যায়, বোতলের ভিতরে রাখা পাতার অংশ ছাড়া বাইরে রাখা বাকি অংশ নীল হয়ে গেছে। এ থেকে প্রমাণ হয় যে, কেবল নীল হয়ে যাওয়া অংশেই শ্বেতসার তৈরী হয়েছে, ভিতরের অংশে হয়নি ; কারণ ঐ অংশ সালোকসংশ্লেষ চলার জন্য অপরিহার্য কার্বন ডাই-অক্সাইড পায়নি।

22.7. বাষ্পমোচনের পরীক্ষা [Experiment on Transpiration]

A. **পরীক্ষার উদ্দেশ্যঃ উদ্ভিদ যে তার দেহের প্রয়োজন মিটিয়ে অতিরিক্ত জল পরিত্যাগ করে তা দেখানো।**

[টবে লাগানো একটি গাছ রয়েছে। টবের মাটিতে প্রচুর জল দিয়ে টবটিকে রবারের

আচ্ছাদনে পুরোপুরি ঢেকে দেওয়া হয়েছে। টেবিলে টবটি রেখে গাছসমেত টবটিকে একটি বেলজারে ঢেকে দেওয়া হয়েছে। বেলজারের কিনারায় ভেসলিন লাগানো হয়েছে, যাতে পরীক্ষাপাত্রটি নিশ্চিদ্র হয়।]

B. **পরীক্ষাটি প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয়ঃ** পরীক্ষাপাত্র সাজানোর কিছুক্ষণ পরেই দেখা যায় বেলজারের ভিতরের গায়ে শিশিরবিন্দুর মতো জলকণা জমেছে। লক্ষ্য করার বিষয়, টবের মাটি রবারে ঢাকা থাকায় সেখান থেকে জলকণা আসতে পারেনি। সুতরাং ঐ জলকণা এসেছে বেলজার ঢাকা গাছের দেহ থেকে। উদ্ভিদটি পাতার ভিতর দিয়ে অতিরিক্ত জল বাষ্পমোচন প্রক্রিয়ায় পরিত্যাগ করেছে। সেই জলই বেলজারের ঠাণ্ডা ভিতরের গায়ের সংস্পর্শে এসে জলবিন্দুর রূপ নিয়েছে।

22.8. শোষণের পরীক্ষা [Experiment on Absorption]

A. **পরীক্ষার উদ্দেশ্যঃ বাঁচার জন্য উদ্ভিদ যে জলশোষণ করে তা দেখানো।**

[একটি সদ্য তোলা ছোট সাদা ফুলশুদ্ধ দোপাটির (বা লুচি পাতা) চারা বিকারে ইয়োসিন মিশ্রিত জলে (জলের রং লাল) ডোবানো রয়েছে।]

B. **পরীক্ষা প্রমাণের জন্য মূল লক্ষ্যণীয় বিষয়ঃ** পরীক্ষা আরম্ভের ঘণ্টা দুই বাদে দেখা গেল পাতার শিরাগুলি ও সাদা ফুল ক্রমশঃ লালচে হয়ে আসছে। [ফুলসহ রজনীগন্ধার ডাঁটা দিয়েও এ পরীক্ষাটি করা চলে]। শিরার বা ফুলের রং লাল হওয়ায় বোঝা যায় যে, বিকারে রাখা ইয়োসিন মিশ্রিত জল শোষণ ক'রে উদ্ভিদ তার জলের প্রয়োজন মিটিয়েছে। লাল রং হয়ে যাওয়া থেকেই প্রমাণিত হয় যে ইয়োসিন মিশ্রিত জল উদ্ভিদ দ্বারা শোষিত হয়ে উপরে উঠে গেছে।

বিভাগ খ—প্রাণিবিদ্যা (Group B—Zoology)

ব্যাঙ ব্যবচ্ছেদ (Dissection of Toad)

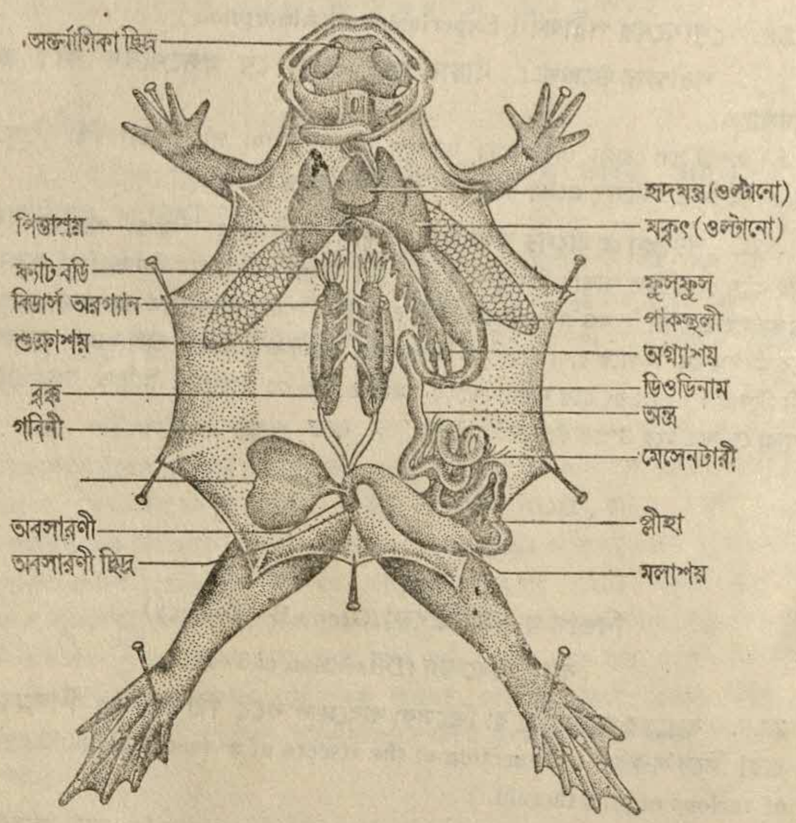
22.9. ব্যাঙের আন্তরযন্ত্র বা ভিসেরা ব্যবচ্ছেদ করে বিভিন্ন যন্ত্র পিনফ্ল্যাগ দ্বারা নির্দেশকরণ [Dissection of the viscera of a toad and pinflagging of various organs therein.]

পিথ করে বা ক্লোরোফর্ম প্রয়োগে অজ্ঞান করা একটি কুনো ব্যাঙকে চিৎ করে ডিসেকটিং ট্রের উপরে রাখ। অগ্রপদ ও পশ্চাৎপদ টানটান করে ট্রের মোমে আলপিন দিয়ে আটকে দাও। ট্রেতে পরিমাণ মতো জল ঢাল। তারপর ফরসেপ দিয়ে বুকের চামড়া টেনে তুলে বড় কাঁচি দিয়ে ছিদ্র করে তাতে কাঁচির ভোঁতা দিকটি প্রবেশ করাও এবং অঙ্কীয় মধ্যরেখা

বরাবর চামড়া কেটে ফেল। চামড়াকে টেনে দেহের দুধারে আলপিনের সাহায্যে টানটান করে মোমের সঙ্গে আটকে দাও। অঙ্কীয় মধ্যরেখা বরাবর পেশীস্তরে যে দাগ দেখা যায়, সেটি অ্যান্টিরিয়র অ্যাবডমিনাল শিরার অবস্থান নির্দেশ করে। ঐ দাগ বরাবর পেশীস্তর কেটে পেশীস্তরকে চামড়ার মতো দু' পাশে সরিয়ে এনে টানটান করে আলপিনের সাহায্যে মোমে আটকাও। এইভাবে উন্মুক্ত দেহগহ্বরে আন্তরযন্ত্র বা ভিসেরাগুলি দৃষ্টিগোচর হয়।

পিনফ্ল্যাগ দ্বারা নিম্নলিখিত আন্তরযন্ত্রগুলি নির্দেশ কর :—

(1) **প্লীহা** (Spleen); (2) **বৃক্ক** (Kidney); (3) **অগ্ন্যাশয়** (Pancreas); **পিত্তাশয়** (Gall bladder); **মূত্রস্থলী** (Urinary bladder); **ডিওডেনম** (Duo-

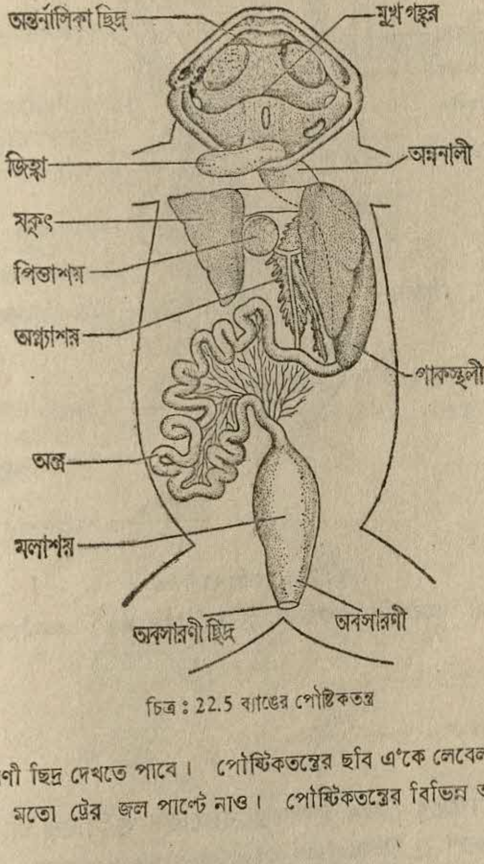


চিত্র : 22.4 ব্যাঙের আন্তরযন্ত্র

denum); **ফুসফুস** (Lung); **হৃৎপিণ্ড** (Heart); **পাকস্থলী** (Stomach); **যকৃৎ** (Liver)। ছবি এঁকে লেবেল কর।

22.10. কুনোব্যাঙের পৌষ্টিকতন্ত্র ব্যবচ্ছেদ এবং বিভিন্ন অংশ পিনফ্ল্যাগ করে নির্দেশকরণ [Dissection of Alimentary system of Toad and pinflagging of different parts]

উপরোক্ত পদ্ধতিতে দেহগহ্বর উন্মুক্ত করে ফুসফুস, হৃৎপিণ্ড, বৃক্ক, মূত্রাশয়, জনন অঙ্গ কেটে বাদ দাও। তবে পৌষ্টিকনালী, যকৃৎ, অগ্ন্যাশয় ও পিত্তাশয় অক্ষত রাখ। ডিওডেনম ও সাধারণ পিত্তনালীর সংযোগ যাতে বিচ্ছিন্ন না হয় সে দিকে লক্ষ্য রাখ। সাবধানে মেসেন্টারী পর্দা কেটে অন্ত্রের প্যাঁচ খুলে ফেল। সব শেষে ছুরির সাহায্যে শ্রোণীচক্রকে দু' ভাগে কেটে



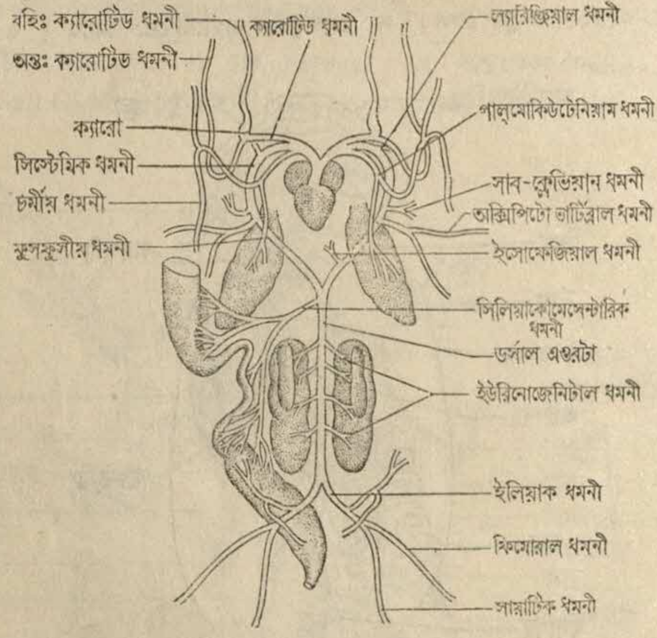
চিত্র : 22.5 ব্যাঙের পৌষ্টিকতন্ত্র

ফেললে অবসারণী ছিদ্র দেখতে পাবে। পৌষ্টিকতন্ত্রের ছবি এ'কে লেবেল কর। ব্যবচ্ছেদের সময় প্রয়োজন মতো ট্রের জল পাল্টে নাও। পৌষ্টিকতন্ত্রের বিভিন্ন অংশ পিনফ্ল্যাগ করে দেখাও।

22.11. কুনোব্যাঙের ধমনীতন্ত্র ব্যবচ্ছেদ এবং বিভিন্ন অংশ পিনপ্ল্যাগ করে নির্দেশকরণ [Dissection of Arterial system of Toad and pinflagging of different parts]

পূর্ববৎ দেহগহ্বর উন্মুক্ত করার পর হৃৎপিণ্ডকে ঢেকে রাখা পেরিকার্ডিয়মকে

সাবধানে ছোট কাঁচি ও ফরসেপের সাহায্যে কেটে ফেল। এবার নিডলের সাহায্যে ট্রাঙ্কস আর্টারিওসসের আবরণ সাবধানে ছিঁড়ে দাও। এতে তিনটি অ্যাওর্টিক আর্চ দৃষ্টিগোচর হয়। এদের প্রত্যেকটি অনুসরণ করে বিভিন্ন ধমনী বার কর। ছুরির সাহায্যে শ্রোণীচক্রকে কেটে পশ্চাৎপদের ইলিয়াক ধমনী অনুসরণ করে ক্রমশঃ ফিমোরাল ধমনী ও সায়াটিক ধমনী বার কর। ব্যবচ্ছেদের পর ট্রের জল পাল্টে দাও।



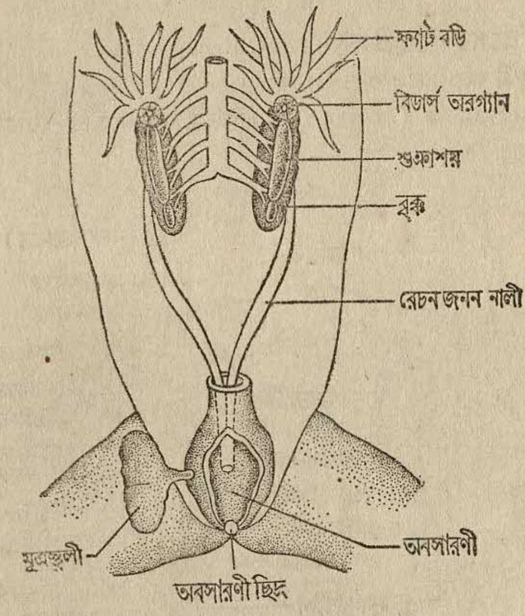
চিত্র : 22.6 ব্যাঙের ধমনী তন্ত্র

প্রতিটি উল্লেখযোগ্য ধমনীগুলি পিনফ্ল্যাগ দিয়ে নির্দেশ কর। ধমনীতন্ত্রের ছবি এঁকে লেবেল কর।

22.12. কুনোব্যাঙের রেচন-জননতন্ত্র ব্যবচ্ছেদ ও বিভিন্ন অংশ পিনফ্ল্যাগ দিয়ে নির্দেশকরণ [Dissection of urino-genital system of Toad and pinflagging of various parts]

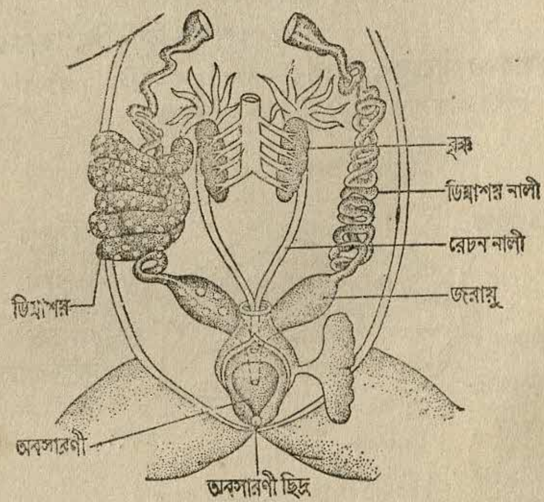
পূর্ববৎ দেহগহ্বর উন্মুক্ত করে বৃক্ক ও তার নালী, ফ্যাটবডি, মূত্রস্থলী, অবসারণী এবং পুরুষের ক্ষেত্রে শুক্রাশয়, বিডারস অঙ্গ অথবা স্ত্রীর ক্ষেত্রে ডিম্বাশয় ও ডিম্বনালী ছাড়া অন্যান্য অঙ্গ কেটে বাদ দাও। পূর্ববৎ শ্রোণীচক্রকে দু' ভাগে কেটে অবসারণী উন্মুক্ত কর। অবসারণীকে

চিড়ে তার প্রাকারে অবস্থিত রেচন জননছিদ্র বার কর। প্রয়োজন মতো ট্রের জল পালটে



চিত্র : 22.7 পুরুষ ব্যাঙের রেচন-জননতন্ত্র

নাও। রেচন জননতন্ত্রের বিভিন্ন অংশ পিনফ্ল্যাগ করে দেখাও। রেচন জননতন্ত্রের ছবি এঁকে লেবেল কর।



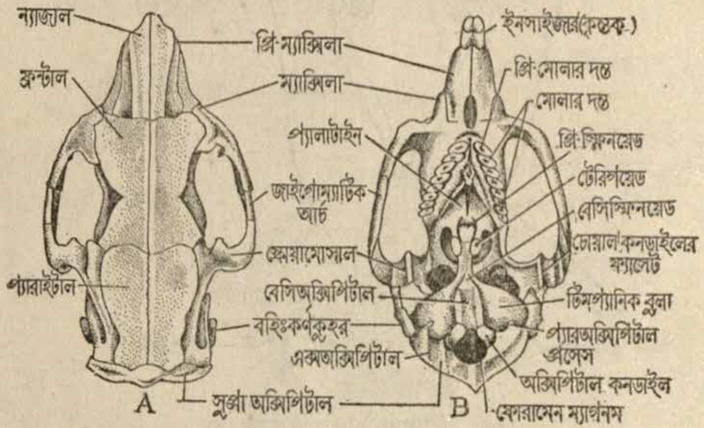
চিত্র : 22.8 স্ত্রী ব্যাঙের রেচন-জননতন্ত্র

22.13. গিনিপিগের অস্থি সনাক্তকরণ [Identification of bones of Guineapig]

1. **গিনিপিগের করোটি** (Skull of Guineapig)

(1) দুটি অক্সিপিটাল কনডাইল আছে।

(2) মস্তিষ্ক কক্ষ (ক্রেনিয়ম), নাসাগহ্বর, অক্ষিকোটর, ফোরামেন ম্যাগনম উপস্থিত।



চিত্র : 22.9 গিনিপিগের করোটি ; A—পৃষ্ঠদৃশ্য ; B—অঙ্কদৃশ্য

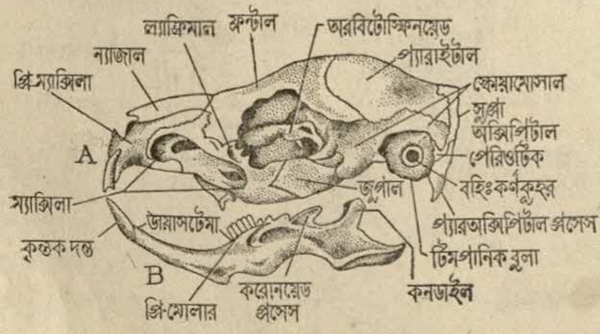
(3) বিভিন্ন রকম দাঁত নিয়ে উপরের চোয়াল গঠিত।

(4) ডায়াসটেমা আছে, কৃন্তক আছে—কিন্তু ছেদক দাঁত নেই।

—অতএব অস্থিটি **গিনিপিগের করোটি**।

2. **গিনিপিগের নীচের চোয়াল** (Lower jaw of Guineapig)।

(1) চ্যাপ্টা অস্থি দ্বারা গঠিত, দুই সদৃশ অর্ধাংশযুক্ত।



চিত্র : 22.10 গিনিপিগের মস্তকের অস্থি
A—করোটির পার্শ্বদৃশ্য ; B—নীচের চোয়াল (পার্শ্বদৃশ্য)

(2) অর্ধাংশ দুটি সামনের দিকে জোড়া।

(3) লম্বা বাটালির মতো কৃন্তক দন্ত বর্তমান।

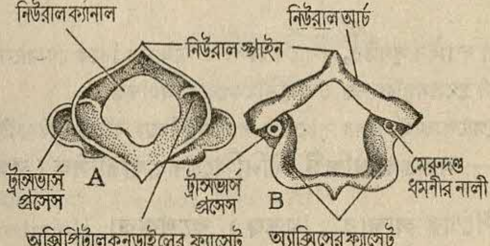
(4) করোটির সঙ্গে সংযুক্তির জন্য কনডাইল বর্তমান।

(5) ছেদক দাঁত নেই।

—অতএব অস্থিটি **গিনিপিগের নীচের চোয়াল**।

3. **গিনিপিগের প্রথম কশেরুকা বা অ্যাটলাস** (Atlas of Guineapig)।

(1) আংটির মতো দেখতে।



চিত্র : 22.11 গিনিপিগের অ্যাটলাস A—সম্মুখদৃশ্য ; B—পশ্চাৎদৃশ্য

(2) ট্রান্সভার্স প্রসেস সংক্ষিপ্ত ও চ্যাপ্টা।

(3) একজোড়া অবতল ফ্যাসেট উপস্থিত।

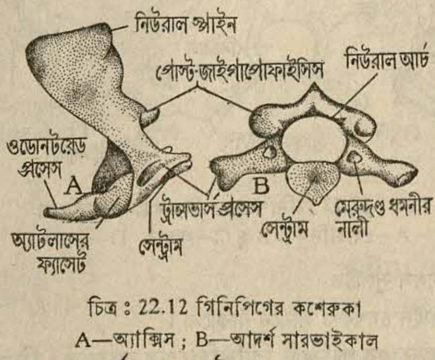
—অতএব অস্থিটি গিনিপিগের প্রথম কশেরুকা বা অ্যাটলাস।

4. **গিনিপিগের দ্বিতীয় কশেরুকা বা অ্যাক্সিস** (Axis of Guineapig)।

(1) ওডোনটয়েড প্রসেস বর্তমান।

(2) নিউরাল স্পাইন ত্রিকোণাকার চ্যাপ্টা।

—অতএব অস্থিটি গিনিপিগের দ্বিতীয় কশেরুকা বা অ্যাক্সিস।



চিত্র : 22.12 গিনিপিগের কশেরুকা
A—অ্যাক্সিস ; B—আদর্শ সারভাইকাল

5. **গিনিপিগের আদর্শ সারভাইকাল কশেরুকা** (Typical Cervical vertebra of Guineapig)

(1) অ্যাসিলস সেণ্ট্রাম আছে।

(2) ট্রান্সভার্স প্রসেসের অগ্রাংশ কিছুটা দ্বিধাবিভক্ত।

(3) মেরুদণ্ড ধমনীর নালী বর্তমান।

(4) নিউরাল স্পাইন সংকীর্ণ ও ছোট।

—অতএব অস্থিটি গিনিপিগের আদর্শ সারভাইকাল কশেরুকা।

6. গিনিপিগের থোরাসিক (বক্ষ) কশেরুকা (Thoracic vertebra of Guineapig)।

(1) পাঁজরে সঙ্গে সংলগ্ন থাকার জন্য টান্সভার্স প্রসেসের অঙ্কতলে পাঁজরের অবতল ফ্যাসেট বর্তমান।

(2) নিউরাল স্পাইন সুগঠিত, দুপাশে চাপা ও সামনের দিকে ঘোরানো।

(3) ট্রান্সভার্স প্রসেসগুলি শক্ত ও অনুভূমিকভাবে অবস্থিত।

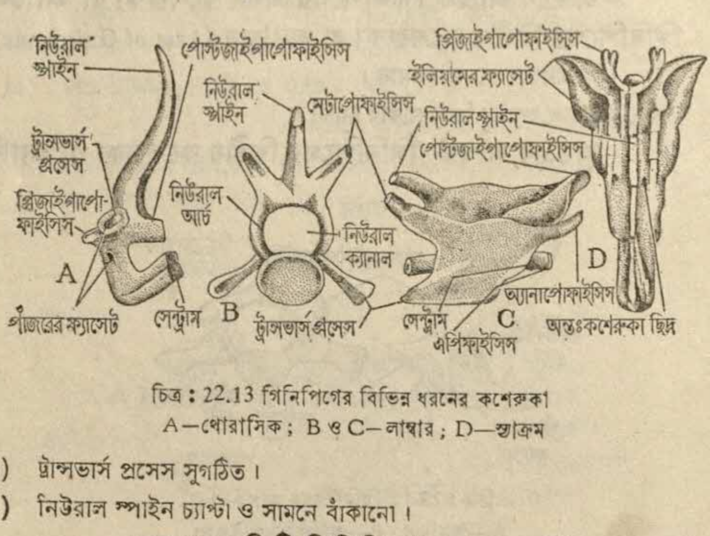
(4) প্রিজাইগাপোফাইসিসের পৃষ্ঠদেশে সামনের দিকে বর্ধিত মেটাফাইসিস যুক্ত থাকে।

—অতএব অস্থিটি গিনিপিগের থোরাসিক (বক্ষ) কশেরুকা।

7. গিনিপিগের লাম্বার (নিতম্ব) কশেরুকা (Lumber vertebra of Guineapig)

(1) সবচেয়ে বড় কশেরুকা।

(2) জাইগাপোফাইসিস ছাড়া সামনের দিকে মেটাফাইসিস ও পিছনের দিকে অ্যানাপোফাইসিস বর্তমান।



চিত্র : 22.13 গিনিপিগের বিভিন্ন ধরনের কশেরুকা
A—থোরাসিক; B ও C—লাম্বার; D—স্যাক্রম

(3) ট্রান্সভার্স প্রসেস সুগঠিত।

(4) নিউরাল স্পাইন চ্যাপ্টা ও সামনে বাঁকানো।

—অতএব অস্থিটি গিনিপিগের লাম্বার (নিতম্ব) কশেরুকা।

8. গিনিপিগের স্যাক্রম (শ্রোণী কশেরুকা) (Sacrum of Guineapig)

(1) অনেকগুলি স্যাক্রাল কশেরুকা সংযুক্ত হয়ে ত্রিকোণাকার দেখায়।

(2) ট্রান্সভার্স প্রসেস চ্যাপ্টা ডানার মতো—এখানে ইলিয়মের ফ্যাসেট বর্তমান। এতে ইলিয়ম অস্থি যুক্ত থাকে।

(3) প্রিজাইগাপোফাইসিস বর্তমান—মেটাফাইসিস অবলুপ্তপ্রায় এবং অ্যানাপোফাইসিস নেই। —**অতএব অস্থিটি গিনিপিগের স্যাক্রম।**

22.14. তাৎক্ষণিক সনাক্তকরণ [Spot identification]

কেবল পর্যবেক্ষণ দ্বারা প্রাণীকে চিনে ফেলার অর্থই তাৎক্ষণিক সনাক্তকরণ। নীচে বিভিন্ন প্রাণীর তাৎক্ষণিক সনাক্তকরণ পদ্ধতির উল্লেখ করা হল।

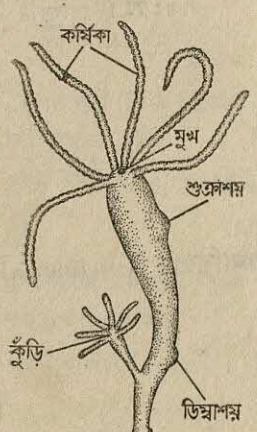
A. অমেরুদণ্ডী প্রাণী
[Invertebrates]

1. **অ্যামিবা** (Amoeba)—স্লাইড
পর্ব – প্রোটোজোয়া (আদ্যপ্রাণী)
গণ—**অ্যামিবা** (*Amoeba*) (চিত্র : 11.1)

2. **প্যারামেসিয়ম** (Paramoecium)—স্লাইড
পর্ব – প্রোটোজোয়া
গণ—**প্যারামেসিয়ম** (*Paramoecium*)

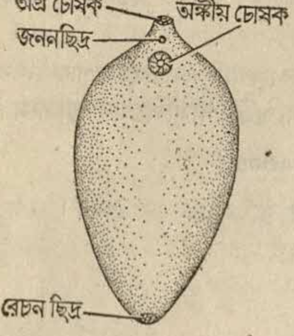


চিত্র : 22.14 প্যারামেসিয়ম



চিত্র : 22.15 হাইড্রা

3. **হাইড্রা** (Hydra)—স্লাইড
পর্ব—নিডারিয়া
গণ—**হাইড্রা** (*Hydra*)



চিত্র : 22.16 যকৃৎকৃমি

4. **যকৃৎকৃমি** বা **লিভারফ্লুক** (Liverfluke)
—স্লাইড

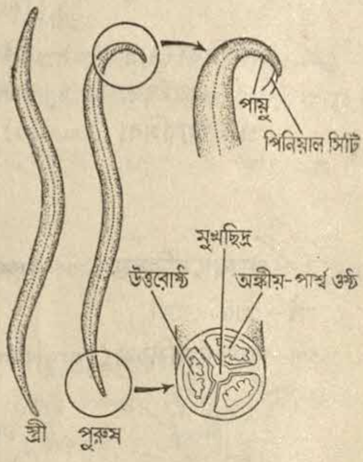
পর্ব—প্ল্যাটিহেলমিনথিস

গণ—**ফ্যাসিওলা** (*Fasciola*)

5. **গোলকৃমি** বা **অ্যাসকারিস**
(Ascaris)

র্ব—নিমাটহেলমিনথিসপ

গণ—**অ্যাসকারিস**—(*Ascaris*)



চিত্র : 22.17 গোলকৃমি



চিত্র : 22.18 জোঁক

6. **জোঁক** (Leech)

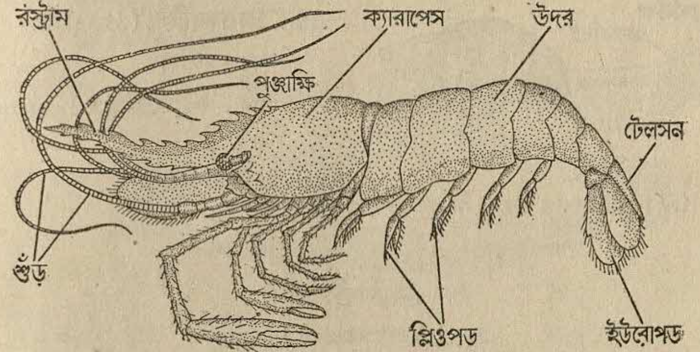
পর্ব—আনেলিডা

গণ—**হিরুডিনারিয়া** (*Hirudinaria*)

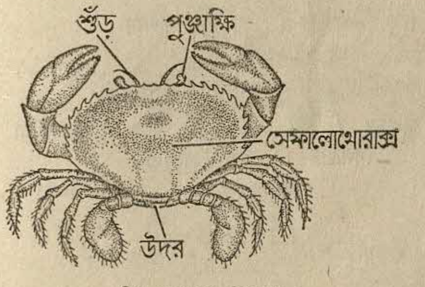
7. **বাগদা চিংড়ি** (Prawn)

পর্ব—আরথ্রোপডা

গণ—**প্যালিমন** (*Palaemon*)



চিত্র : 22.19 বাগদা চিংড়ি



চিত্র : 22.20 কাঁকড়া

8. **কাঁকড়া** (Crab)

পর্ব—আরথ্রোপডা

গণ—**কারসিনস** (*Carcinus*)

9. **রেশম মথ** (Silk moth)

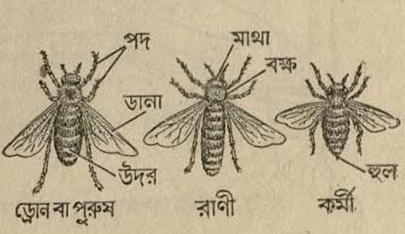
পর্ব—আরথ্রোপডা

গণ—**বমবিক্স** (*Bombyx*) (চিত্র : 12.1A)

10. **মৌমাছি** (Honey bee)

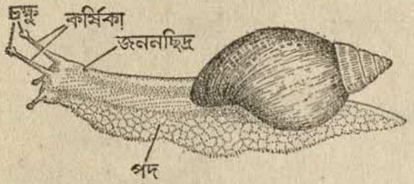
পর্ব—আরথ্রোপডা

গণ—**এপিস** (*Apis*)



চিত্র : 22.21 মৌমাছি

11. **গন্ধি-পোকা** (Rice-bug)
পর্ব—আরথ্রোপডা
গণ—**লেপটোকোরাইজা** (*Leptocorisa*) (চিত্র : 14.9F)



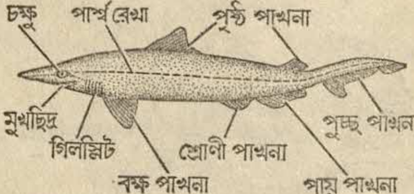
চিত্র : 22.22 স্থলের শামুক (অ্যাকাটিনা)

12. **অ্যাকাটিনা** (Achatina)
পর্ব—মলাস্কা
গণ—**অ্যাকাটিনা** (*Achatina*)

B. মেরুদণ্ডী প্রাণী
[Vertebrates]

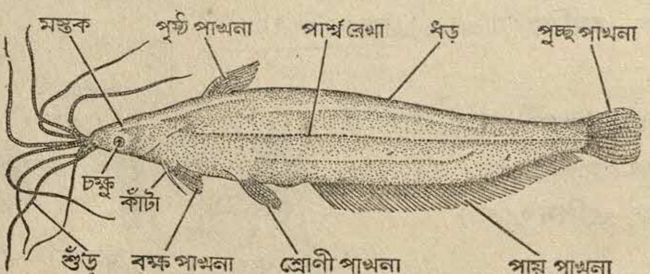
[পাঠ্যক্রমের নির্দেশ অনুযায়ী মেরুদণ্ডী প্রাণীর পরপর শ্রেণী (class) পর্যন্ত ও পরে গণ উল্লেখ করা কর্তব্য]

13. **হাঙর** (Shark)
পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা
শ্রেণী—কনড্রিকথিস (Chondricthyes)
গণ—**স্কোলিওডন** (*Scoliodon*)



চিত্র : 22.23 হাঙর

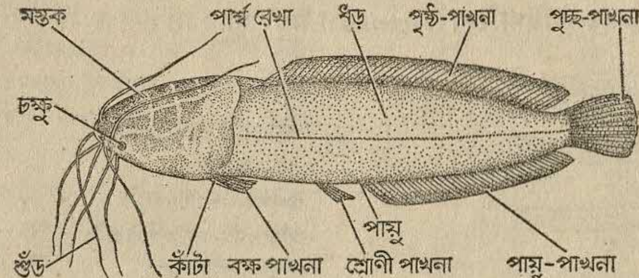
14. **শিঙ্গি** (Singhi)
পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা



চিত্র : 22 24 সিঙ্গি

অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—টিলিঅসটমি
গণ—**হেটারপনিউটেস** (*Heteropneutes*)

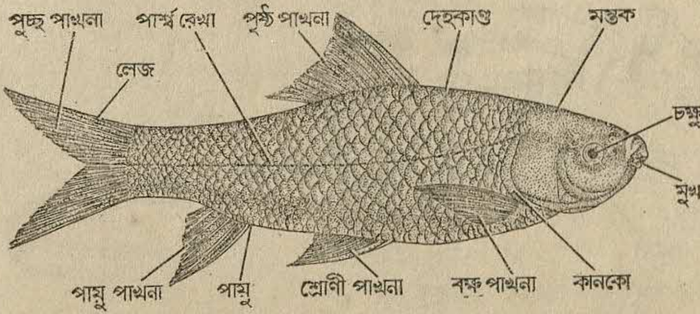
15. **মাগুর** (Magur)
পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা



চিত্র : 22.25 মাগুর

অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—টিলিঅসটমি (Teleostomi)
গণ—**ক্লেরিয়স** (*Clarius*)
প্রজাতি—**ফসিলিস** (*fossilis*)

16. **রুই** (Rohu)
পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা



চিত্র : 22.26 রুই

অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—টিলিঅসটমি
গণ—**লেবিও** (*Labeo*)
প্রজাতি—**রোহিটা** (*rohita*)

17. **সোনাব্যাঙ** (Frog)

পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা
অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—আম্ফিবিয়া
গণ—**রাণা** (*Rana*)
প্রজাতি—**টাইগারিনা** (*Tigerina*) (চিত্র : 10. 13E)



চিত্র : 22.27 ব্যাঙাচি

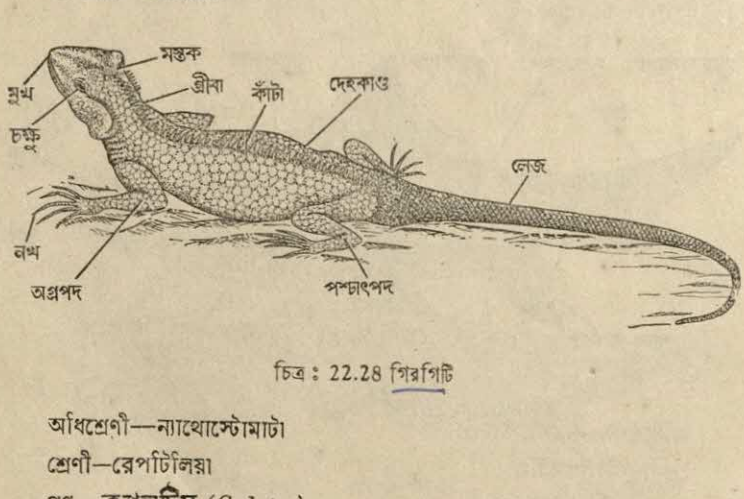
18. **ব্যাঙাচি** (Tadpole)

পর্ব —কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা
অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—আম্ফিবিয়া

[ব্যাঙের জীবনচক্রে রূপান্তর (metamorphosis) চলাকালে ব্যাঙাচি একটি দশা]

19. **গিরগিটি** (Lizard)

পর্ব—কর্ডাটা
উপপর্ব—ভার্টিব্রাটা



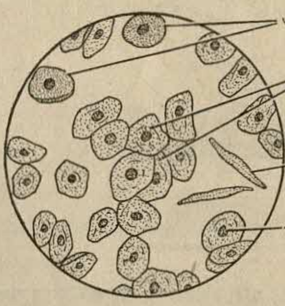
চিত্র : 22.28 গিরগিটি

অধিশ্রেণী—ন্যাথোস্টোমাটা
শ্রেণী—রেপটিলিয়া
গণ—**ক্যালটিস** (*Calotes*)
প্রজাতি—**ভারসিকালার** (*versicolor*)

বিভাগ গ—শারীরবিদ্যা (Group C—Physiology)

22.15. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে মানুষের স্কোয়ামস আবরণীকলার কোষগুলি পর্যবেক্ষণ [Observation of the squamous epithelial cells of man under the microscope.]

স্লাইড প্রস্তুত পদ্ধতি ঃ একটি কভার স্লিপ (Cover slip) দিয়ে তোমার নীচের ঠোঁটের ভিতরের দিক থেকে অল্প চেঁছে একটি পরিষ্কার গ্লাসস্লাইডে (glass slide) রেখে তাকে 1% মিথিলিন ব্লু (methylene blue) দিয়ে যথাযথভাবে রং কর এবং পরিষ্কার স্লাইডে কভার স্লিপটিকে এমনভাবে উল্টে দাও যাতে চাঁছা অংশ ভিতরের দিকে থাকে।

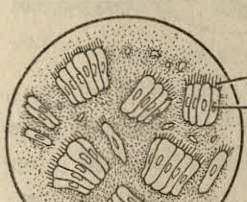


চিত্র ঃ 22.29 স্কোয়ামস আবরণী কলা

পর্যবেক্ষণ ঃ অণুবীক্ষণ যন্ত্রে স্লাইডে প্রচুর চ্যাপ্টা, বহুভুজাকার কোষ দেখা যায়। কোষগুলি পাশাপাশি ঘরের মেঝের টালির মতো সাজানো। এদের প্রত্যেকটির কেন্দ্রে একটি করে সুস্পষ্ট নিউক্লিয়স দেখা যায়। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দৃষ্ট অংশের ছবি এঁকে লেবেল কর।

20.16. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে ব্যাঙের গ্রাসনালীর সিলিয়াযুক্ত আবরণী কোষ পর্যবেক্ষণ [Observation of the ciliated epithelial cells of toad gullet under the microscope]

স্লাইড প্রস্তুত পদ্ধতি ঃ সদ্য অজ্ঞান করা একটি ব্যাঙের চোয়াল কেটে গ্রাসনালীর সামান্য অংশ বার করে আনো। 4 ঃ 1 অনুপাতে জল ও নাইট্রিক অ্যাসিড মিশিয়ে তাতে গ্রাসনালীর খণ্ডটি ভিজিয়ে রাখো। একদিন পর একটু অংশ কেটে স্লাইডে রেখে নিডল দিয়ে কেটে গুঁড়ো করে নাও। এরই কিছুটা অংশ পরিষ্কার স্লাইডে নিয়ে তাতে কয়েক ফোঁটা 1% মিথিলিন ব্লু মেশাও। তারপর কভারস্লিপ দিয়ে চাপা দাও এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে পরীক্ষা কর।



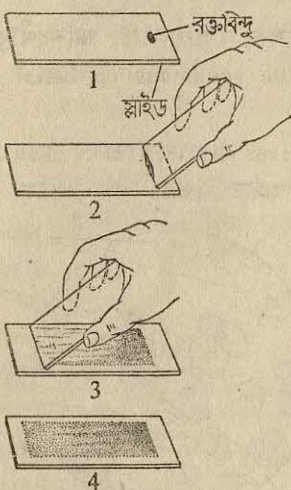
চিত্র ঃ 22.30 গ্রাসনালীর সিলিয়াযুক্ত আববণী কলা

পর্যবেক্ষণ ঃ প্রচুর লম্বা লম্বা কোষ বর্তমান। এদের শীর্ষদেশ থেকে প্রচুর সিলিয়া উৎপন্ন হয়েছে। প্রত্যেকটি কোষে একটি করে বড় নিউক্লিয়স বর্তমান। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে দৃষ্ট অংশের ছবি এঁকে লেবেল কর।

22.17. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে ব্যাঙ ও মানুষের রক্তকোষ পর্যবেক্ষণ [Observation of the blood cells of toad and man under the microscope]

স্লাইড প্রস্তুত পদ্ধতি ঃ ব্যাঙ বা মানুষের দেহে (তর্জনীর আগায়) শোধিত

নিডল ফুটিয়ে তা থেকে একবিন্দু রক্ত একটি পরিষ্কার স্লাইডে নাও। আর একটি পরিষ্কার স্লাইড নিয়ে পাশের ছবিতে দেখানো পদ্ধতিতে রক্তের পাতলা স্তর (blood film) টান। শুখিয়ে গেলে স্লাইডটিতে **রাইট স্টেন** (Wright's stain) মিশিয়ে রং কর। তিন মিনিট পরে পাতিত জলে স্লাইডটি ধুয়ে কভার স্লিপ চাপা দাও এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা কর।



চিত্র : 22.31 স্লাইডে রক্তের পাতলা স্তর টানার পদ্ধতি

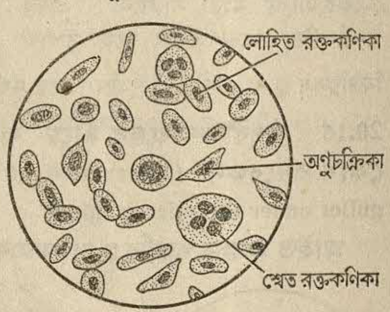
পর্যবেক্ষণ :

(ক) **ব্যাঙ :** (1) ব্যাঙের রক্তে ডিম্বাকার অসংখ্য লোহিত কণিকা, শ্বেতকণিকা ও অণুচক্রিকা বর্তমান।

(2) কণিকাগুলি নিউক্লিয়সযুক্ত।

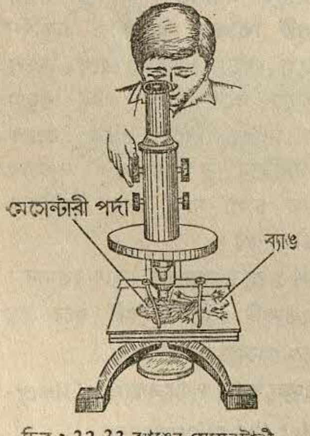
(খ) **মানুষ :** (1) অসংখ্য লোহিত কণিকা বর্তমান ; সেগুলি গোল ও আকারে ছোট।

(2) পরিণত লোহিত কণিকায় নিউক্লিয়স নেই। (3) বড় বিভিন্ন আকৃতির নিউক্লিয়সযুক্ত শ্বেতকণিকা এবং অণুচক্রিকা বর্তমান।



চিত্র : 22.32 ব্যাঙের রক্তকোষ

22.18. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে ব্যাঙের মেসেনটারী পর্দায় রক্ত সংবহন প্রদর্শন [Observation of the mesenteric circulation of blood of toad under the microscope]



চিত্র : 22.33 ব্যাঙের মেসেনটারী পর্দায় রক্তসংবহন প্রদর্শন

পদ্ধতি : ক্লোরোফর্মে আচ্ছন্ন বা **পিথ** (Pith করা একটি ব্যাঙকে টেবিলে শুইয়ে দেহগহ্বর উন্মুক্ত কর। লক্ষ্য কর অন্ত্রের কুণ্ডলীকে একত্রে ধরে রেখেছে মেসেনটারী পর্দা। একটি কুণ্ডলী টেনে বার করে পরিষ্কার গ্লাস স্লাইডে রাখ। মাঝে মাঝে স্লাইডে **রিংগার দ্রবণ** (Ringer solution) মেশাও যাতে পর্দা শুখিয়ে না যায়। একটি উঁচু ক্ষমতাসম্পন্ন হাত লেন্স দিয়ে বা অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে স্লাইডটি পরীক্ষা কর।

পর্যবেক্ষণ : শিরা, উপশিরা, ধমনী ও উপধমনী এবং তাদের মধ্যে জালক পরিষ্কারভাবে দেখা যায়। এইসব রক্তবাহের মধ্য দিয়ে রক্তকে দ্রুত সংবাহিত হতে দেখা যায়।

সংসদ প্রশ্নাবলী

BIOLOGICAL SCIENCE : 1978

(General Stream Course)

(Second Paper)

Group A—24 marks

1. যে কোনও একটি শৈবাল **অথবা** ছত্রাকের জীবনবৃত্তান্ত (life history) সংক্ষেপে বর্ণনা কর এবং তার বৈশিষ্ট্যগুলির গুণ উল্লেখ কর। 12

[উঃ। 3.3 ও 3.2 অথবা 2.3 ও 2.2 দেখ]

অথবা,

জনুঃক্রমের (Alternation of generations) সংজ্ঞা লেখ। রিক্‌সিয়া (Riccia) অথবা মসের (Moss) জীবনচক্র অঙ্কন কর এবং ওর স্পোরোফাইটিক জেনারেশনের (Sporophytic generation) বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর। 12

[উঃ। 4.4 (vii) ; (*নতুন সিলেবাসে রিক্‌সিয়া বাদ) চিত্র : 4.7 ও 4.4 (v) দেখ]

2. নিম্নলিখিত যে কোনও **তিনটির** উত্তর দাও : $3 \times 4 = 12$

(ক) জীবাণু বা ব্যাক্‌টিরিয়া (Bacteria) ও ভাইরাসের (Virus) পার্থক্য সংক্ষেপে লেখ।

[উঃ। 1.6 ও 1.22 দেখ]

(খ) ভ্যাস্কুলার কলাতন্ত্র (Vascular tissue system) বলতে কি বোঝ? একটি দ্বিবীজপত্রী গাছের মূল ও কাণ্ডে প্রাথমিক ভ্যাস্কুলার কলাতন্ত্রের গঠনে কি প্রভেদ বর্তমান?

[উঃ। 8.6 ; 9 9 (5, 6 ও 7) দেখ]

(গ) সেলাজিনেলা (Selaginella) অথবা ফার্ণ (Fern)-এর গ্যামেটোফাইটিক জেনারেশনের (gametophytic generations) সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

[উঃ। * নতুন সিলেবাসে সেলাজিনেলা বাদ ; 5.6 (v) অন্তর্গত লিঙ্গধর উদ্ভিদ অংশ দেখ]

(ঘ) বিভিন্ন প্রকার বায়বীয় পরিবর্তিত কাণ্ডের (modified aeriel stems) সংক্ষেপে বর্ণনা কর ও প্রত্যেক ক্ষেত্রে ওদের বিশেষ কার্যের উল্লেখ কর।

[উঃ। 7.19 দেখ]

অথবা,

ফল কাকে বলে? চিত্রের সাহায্যে একটি একক ফলের (simple fruit) বিভিন্ন অংশের বর্ণনা কর এবং শুষ্ক অবিদারী (dry indehiscent), শুষ্ক বিদারী (dry dehiscent) ও রসাল (fleshy) ফলের একটি করে উদাহরণ দাও। যৌগিক ফলের (Multiple fruits) বিশিষ্ট গুণগুলির উল্লেখ কর। 12

[উঃ 7.58 (i) ; (ii) তৎসহ চিত্র : 7.77-এর A ও B ছবি আঁক ; পৃঃ 146, 147 ও 144 দেখ ; (iii) (c) দেখ]

Group B—23 marks

3. টিনিয়া-সোলিয়মের জীবন-বৃত্তান্ত বর্ণনা কর। মানুষ কি ভাবে এর দ্বারা আক্রান্ত হয়? এবং কি ভাবে এর আক্রমণ প্রতিরোধ করা যায়? $8+2+1\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

[উঃ। 11.9 ; 11.17 ; 11.20 দেখ]

4. রেশম কাকে বলে ? রেশমের রাসায়নিক প্রকৃতি কি ? বিভিন্ন রেশম মথের বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। যে রেশম মথ সম্বন্ধে জান, তার জীবনবৃত্তান্ত বর্ণনা কর।

[উঃ। 12.3 দেখ] $1+1+4+5\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

5. ধান শস্যের ক্ষতিকারক পোকা Paddy pest বলতে কি বোঝ ; পশ্চিম বাংলার যে কোন দুটি প্যাডি পেস্টের বিজ্ঞানসম্মত নাম লেখ। উহাদের যে কোন একটির জীবন বৃত্তান্ত সংক্ষেপে লেখ ; কোন্ সময় ঐ পোকার আধিক্য হয় এবং কি প্রকার ক্ষতি করে তাহা উল্লেখ কর। ইহার যান্ত্রিক এবং রাসায়নিক দমন ব্যবস্থা সম্বন্ধে আলোচনা কর।

[উঃ। 14.10 দেখ] $1+2+4+1+1+2\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

6. 'বন্যপ্রাণী সংরক্ষণ' বলতে কি বোঝায়। সংরক্ষণের প্রয়োজনীয়তা কি ? ভারতবর্ষে বাঘ সংরক্ষণের জন্য কি ব্যবস্থা করা হয়েছে তাহা সংক্ষেপে লেখ।

$1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}+8\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

[* নতুন সিলেবাসে এই অংশটি বাদ]

Group C—23 marks

7. বন্ধনীর মধ্যে প্রদত্ত কোনো একটি উত্তরের সাহায্যে নিম্নলিখিত যে কোনো তিনটি বাক্যের শূন্যস্থান পূর্ণ কর :— $1\times3=3$

(ক) 100 গ্রাম গোদুগ্ধে প্রোটিনের পরিমাণ……গ্রাম। (3.4/4.4/5.4)। [উঃ। 3.4]

(খ) যে পরিমাণ বায়ু সজোরে শ্বাস গ্রহণ করে আবার সজোরে পরিত্যাগ করা হয় তাকে……বলে। (টাইডাল ভল্যুম/রেসিডুয়াল ভল্যুম/ভাইটাল ক্যাপাসিটি)

[উঃ। ভাইটাল ক্যাপাসিটি]

(গ) সিমপ্যাথেটিক (Sympathetic) নার্ভ উদ্দীপিত করলে দেহের রক্তচাপ……যায় (কমে/বেড়ে)।

[উঃ। বেড়ে]

(ঘ) সেকেণ্ডারি স্পার্মাটোসাইটের সরাসরি বিভাজনে……উৎপন্ন হয় (স্পার্মাটিড/স্পার্মাটোগোনিয়া/স্পার্মাটোজোয়া)। [উঃ। স্পার্মাটিড]

(ঙ) অ্যালবুমিন মূত্রের একটি……উপাদান (স্বাভাবিক/অস্বাভাবিক)।

[উঃ। অস্বাভাবিক]

(চ) ক্ষুদ্রান্ত্রের গাত্রে……পেশী দেখা যায় (ঐচ্ছিক/অনৈচ্ছিক/হৃদ)। [উঃ। অনৈচ্ছিক]

8. যে কোন **তিনটি** প্রশ্নের সংক্ষিপ্ত উত্তর দাও :— $3\times3=9$

(ক) ডালের প্রোটিন ও মাছের প্রোটিনের মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট এবং কেন ?

[উঃ। মাছের প্রোটিন ডালের প্রোটিন অপেক্ষা উৎকৃষ্ট। * এই অংশটি নতুন সিলেবাসে বাদ]

(খ) রক্তরস (plasma), সিরাম ও লসিকার (lymph) মধ্যে পার্থক্য কি ?

[উঃ। 17.2 ও 17.8 দেখ]

(গ) যে কোন দু প্রকার সংবেদ গ্রাহক যন্ত্রের নাম (receptor) কর এবং ওরা দেহের কোন্ অংশে অবস্থান করে তা লেখ এবং সংক্ষেপে তার কার্য বর্ণনা কর। [উঃ। 18.2 দেখ]

(ঘ) বহিঃশ্বসন ও অন্তঃশ্বসন বলিতে কি বোঝ? [উঃ। 17.14 দেখ]

(ঙ) মৌল বিপাক (basal metabolism) হার (rate) কাকে বলে?

[উঃ। 16.26]

(চ) ফুসফুস ও দেহত্বকের মাধ্যমে কি কি রেচন পদার্থ (excretory products) নির্গত হয়?

[উঃ। 20.7 দেখ]

9. নিম্নলিখিত প্রশ্নের যে কোন **দুটির** উত্তর দাও :— $5\frac{1}{2}\times 2=11$

(ক) পৌষ্টিক নালীর (alimentary canal) বিভিন্ন অংশে উৎসেচকের (enzymes) ক্রিয়ায় শ্বেতসার কিভাবে পাচিত হয় তাহার বর্ণনা দাও।

[উঃ। 16.6 [A] (i) ও (ii) এবং [B] (1) দেখ]

(খ) প্রান্তীয় নার্ভতন্ত্র বলতে কি বোঝ? ইহা আমাদের দেহে কি কাজে লাগে?

[উঃ। 18.18 দেখ]

(গ) ডিম্বাশয়ের (ovary) অণুবীক্ষণিক (মাইক্রোস্কোপিক) গঠনের একটি চিত্র অঙ্কন কর। ডিম্বাশয়ের (ডিম্বাশয়ের) প্রধান কার্যাবলী কি কি?

[উঃ। 21. 2B (ii) দেখ]

(ঘ) নেফ্রন কাকে বলে? ইহার বিভিন্ন অংশের কার্যাবলী বর্ণনা কর।

[উঃ। 20.2 শেষাংশ ও 20.4 দেখ]

(ঙ) সংকোচনকালে ঐচ্ছিক পেশীতে কি কি রাসায়নিক পরিবর্তন হয়ে থাকে? পেশীর অবসাদ (fatigue) বলতে কি বোঝ? [উঃ। 19.5 দেখ]

— – —

BIOLOGICAL SCIENCE : 1979

(General Stream Course)

SECOND PAPER

GROUP A

1. মিউকোর (*Mucor*) অথবা পেনিসিলিয়ম (*Penicillium*) অথবা এগারিকাস (*Agaricus*) কোন শ্রেণীর উদ্ভিদ? ইহার বৈশিষ্ট্য কি? ইহার যৌন জননের বিবরণ দাও। 1+3+5=9

[উঃ। এরা অপুষ্পক সমাঙ্গদেহী ছত্রাক গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদ ; 2.2 ; 2.3(c) দেখ]

অথবা

ব্রাইয়োফাইট (*Bryophyte*) ও টেরিডোফাইট (*Pteridophyte*)-এর জীবনচক্রের (life-cycle) পার্থক্য চিত্রের সাহায্যে বুঝাইয়া দাও। সপুষ্পক উদ্ভিদের সহিত কোন্‌টির সাদৃশ্য বেশী এবং কেন? 5+2+2=9

[উঃ। 9.3 এবং চিত্র 4.7 ও চিত্র 5.10 এবং 5.4 ও 5.5 দেখ।]

2. নিম্নলিখিত যে কোনও দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও :— $3 \times 2 = 6$

(ক) নির্বাচিত যে কোনও একটি শৈবালের রঙ্গক-পদার্থ ও সঞ্চিত খাদ্যের নাম লেখ।

[উঃ। স্পাইরোগাইরার রঙ্গক-পদার্থ ও সঞ্চিত পদার্থের নাম যথাক্রমে ক্লোরোফিল ও পাইরিনয়েড ; 3.3 (iv) দেখ]

(খ) একটি আদর্শ ব্যাক্টেরিওফাজের (bacteriophage) চিত্র অঙ্কন কর ও লেবেল (label) কর।

[উঃ। 1.3 চিত্র দেখ]

(গ) গুপ্তবীজী উদ্ভিদে একটি পরাগনালী (pollen-tube) হইতে কয়টি শুক্রাণু (male gamete) উৎপন্ন হয়? ভ্রূণস্থলীর (embryo-sac) মধ্যে শুক্রাণুর সহিত (১) ডিম্বাণুর ও (২) গৌণ নিউক্লিয়সের (secondary nucleus) মিলনে কী কী উৎপন্ন হয়?

[উঃ। প্রথম খণ্ড : 6.105 দেখ]

(ঘ) বিভিন্ন অংগ পরিবর্তিত হইয়া আকর্ষে (tendril) রূপান্তরিত হয় এমন তিনটি উদাহরণ দাও।

[উঃ। 7.19 (3) ও 7.35 (4) দেখ]

(ঙ) সেলাজিনেলা (*Selaginella*) অথবা ড্রায়পটেরিস্ (*Dryopteris*)-এর রেণুধারক (spore-bearing) অংগের label যুক্ত চিত্র দাও।

[উঃ। নতুন সিলেবাসে সেলাজিনেলা বাদ ; 5.6 (v) (2) অন্তর্গত চিত্র : 5.4 ও 5.5 দেখ।]

3. একটি বিসমপৃষ্ঠ পাতার (dorsiventral leaf) অন্তর্গঠন (anatomical structure) label-সহ চিত্রাঙ্কনের সাহায্যে বর্ণনা কর। এর মধ্যে কোন্ কোন্ কলা (tissue) সালোকসংশ্লেষের (photosynthesis) সহিত প্রত্যক্ষভাবে জড়িত? $4+3+2=9$

[উঃ। 8.10 [B] দেখ]

অথবা

যুক্তগর্ভপত্রী (syncarpous) ও মুক্তগর্ভপত্রী (apocarpous) গর্ভপত্রের (carpel) প্রভেদ নির্ণয় কর। পুষ্পাক্ষের (thalamus) আকৃতি এবং স্ত্রী-স্তবকের সহিত অন্যান্য স্তবকের আপেক্ষিক অবস্থানের প্রকারভেদ দেখাইয়া বিভিন্ন ফুলের একটি করিয়া উদাহরণ দাও। $2+4+3=9$

[উঃ। 7.49 (D) ও 7.47 দেখ]

GROUP B

যে কোন দুইটি প্রশ্নের উত্তর লেখ :

4. কি প্রকারে একটি অ্যামিবা তার চলন, পুষ্টি ও রেচন ক্রিয়া সম্পন্ন করে? লেবেলসহ চিত্র আঁক। $4+3+2+2\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

[উঃ। 11.6 দেখ]

5. মধু কি? কিভাবে মৌমাছি পালন করা হয়? পশ্চিমবঙ্গে যে সব মৌমাছির চাষ হয় তাহাদের বৈজ্ঞানিক নাম লিখ। $3+7+1\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

[* নতুন সিলেবাসে এই অংশটি বাদ দেওয়া হয়েছে]

6. পশ্চিমবঙ্গে মশার দ্বারা সংক্রামিত সাধারণ রোগটির নাম কর। বিভিন্ন রোগ সংক্রমণে মশার ভূমিকা সম্বন্ধে আলোচনা কর। অ্যানোফিলিস মশার জীবন ইতিহাস সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [উঃ। 13.5 ও 13.3 দেখ] $1+4+6\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

7. (ক) গিনিপিগের নিম্নলিখিত গঠনগুলির যে কোন পাঁচটির সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখ। $5\times2=10$

(১) ডায়াফ্রাম ; [উঃ। চিত্র 11.26 ; 11.31 শ্বাসপদ্ধতি দেখ]

(২) ল্যারিংক্স ; [উঃ। 11.31 দেখ]

(৩) অ্যালভিওলস ; [উঃ। 11.31 দেখ]

(৪) রক্তকণিকা ; [উঃ। 11.27 (1) দেখ]

(৫) বাইকাসপিড ভাল্‌ভ ; [উঃ। 11.27 (2) হৃৎপিণ্ডের গঠনের শেষাংশ দেখ]

(৬) রেটিনা ; [উঃ। 11.34 চক্ষুর গঠন অংশ দেখ]

(৭) কক্লিয়া ; [উঃ। 11.34 শ্রবণেন্দ্রিয় অন্তর্গত (iii) দেখ]

(৮) ডায়াস্টেমা ; [উঃ। ব্যবহারিক অংশের করোটি অস্থি দেখ]

(খ) ধানের দুইটি ক্ষতিকারী পোকার নাম লিখ। [উঃ। 14.10 দেখ] $1\frac{1}{2}$

অথবা

পশ্চিমবঙ্গের একটি অভয়ারণ্যের নাম লিখ।

[উঃ। পশ্চিমবঙ্গের অভয়ারণ্যগুলির মধ্যে **জলদাপাড়া** অন্যতম। * নতুন সিলেবাসে প্রাণিসংরক্ষণ অংশটি বাদ]

GROUP C

8. বন্ধনীর মধ্যে প্রদত্ত কোনো একটি উত্তরের সাহায্যে নিম্নলিখিত যে কোনো তিনটি বাক্যের শূন্যস্থান সঠিকভাবে পূর্ণ কর :— $1\times3=3$

(ক) মানুষের রক্তচাপ যে যন্ত্রের সাহায্যে মাপা হয় তাকে —বলে। (হেমোমিটার/ স্ফিগ্‌মোগ্রাফ/স্ফিগ্‌মোম্যানোমিট্যর/হেমোসাইটোমিটার)।

[উঃ। স্ফিগমোম্যানোমিটার]

(খ) মানুষের বায়ুস্থলীর বাতাস (Alveolar air)-এ ——% কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে।

(0.03/?.0/5.0/0·05)। [উঃ। 5.0 * প্রকৃতপক্ষে এটি 5.5]

(গ) মানুষের পক্ষে ——একটি অপরিহার্য (Essential) অ্যামাইনো অ্যাসিড।

(আর্জিনিন / হিস্টিডিন / গ্লুটামিক্ অ্যাসিড / থিৃওনিন / অ্যাস্‌পার্টিক অ্যাসিড)।

[উঃ। অ্যাসপার্টিক অ্যাসিড]

(ঘ) এক্‌স্‌টার্ন্যাল ইণ্টারকস্ট্যাল পেশী (External intercostal muscles) সংকোচন প্রধানতঃ -- ঘটায়।

(প্রশ্বাস/নিশ্বাস/কাশি/হাঁচি)। [উঃ। প্রশ্বাস]

(ঙ) সাধারণ যুবকের স্বাভাবিক রক্তে গড়ে প্রতি 100 মিলিমিটারে —— গ্রাম হিমোগ্লোবিন থাকে। (45/14./4.5/1,4)। [উঃ। 14]

(চ) মূত্র রক্ত হইতে — দ্বারা পরিস্রুত হইয়া তৈয়ার হয়।

(গ্লোমারিউলস/টিবিউল/হেনলী লুপ)। [উঃ। গ্লোমারুলস]

9. যে কোনো তিনটি প্রশ্নের সংক্ষিপ্ত উত্তর দাও :— $3 \times 3 = 9$

(ক) প্রান্তসন্নিকর্ষ (Synapse)-এর মধ্য দিয়ে কিভাবে নার্ভীয় উত্তেজনা প্রবাহিত হয়।
[উঃ। 14.4 (3) দেখ]

(খ) গমনকালে প্রয়োজনীয় তোমার পায়ের প্রধান প্রধান পেশী ও অস্থিগুলির নাম কর।
[উঃ। 19.4A দেখ]

(গ) মানুষের শরীরে লসিকা (Lymph)-এর কাজ কি কি? [উঃ। 17.10 দেখ]

(ঘ) মানুষের মূত্রের স্বাভাবিক উপাদানগুলি বর্ণনা কর। [উঃ। 20.5 দেখ]

(ঙ) মানুষের দেহের ঘর্ম ক্ষরণের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। [উঃ। 20.7B দেখ]

(চ) স্বতঃক্রিয় নার্ভতন্ত্র (Autonomic nervous system) আমাদের শরীরে কি কি কাজে লাগে তা বর্ণনা কর। [উঃ। 18.19 দেখ]

10. নিম্নলিখিত প্রশ্নের যে কোনো দু'টির উত্তর দাও :— $5\frac{1}{2} \times 2 = 11$

(ক) তোমার পৌষ্টিক নালী (Alimentary canal)-এর বিভিন্ন অংশে উৎসেচকগুলির (Enzymes) সাহায্যে প্রোটিনের পরিপাক কিভাবে হয় তা বর্ণনা কর।
[উঃ। 16.5 (ii); 16.6[A] (ii) (2) ও [B] (2) এবং 16.7B দেখ]

(খ) শরীরের বিভিন্ন অন্তঃস্রাবী গ্রন্থির নাম লিখ। উহাদের যে কোন একটির ক্রিয়া সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
[উঃ। *নতুন সিলেবাসে দ্বিতীয়পত্র থেকে বাদ ; ১ম খণ্ড 6.115 দেখ]

(গ) চিত্রের সাহায্যে হৃৎপিণ্ডের মধ্যে রক্ত সঞ্চালনের পথ বর্ণনা কর।
[উঃ। 17.11 দেখ]

(ঘ) মানুষের শুক্রাশয় (Testis)-এর গঠন চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।
[উঃ। 21.2A দেখ]

(ঙ) মানুষের কঙ্কাল তন্ত্র (Skeletal system)-এর বিভিন্ন সন্ধিগুলি উদাহরণ সমেত সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [উঃ। 19.3 দেখ]

BIOLOGICAL SCIENCE : 1980

Second Paper

ক—বিভাগ

(যে কোন তিনটি প্রশ্নের উত্তর লিখ)

১। (ক) ভাইরাস কাহাকে বলে? (খ) একটি চিহ্নিত চিত্র সহযোগে ভাইরাসের বিভিন্ন অংশগুলি বর্ণনা কর। ভাইরাস কি আদি কোষ (Prokaryotic) না আদর্শ কোষ (Eucaryotic)? তোমার উত্তরের কারণ দর্শাও। (গ) ভাইরাস জনিত দুইটি রোগের নাম কর যাহা প্রাণী অথবা উদ্ভিদ রোগ। $2+4+2=8$

[উঃ। 1.2 ও 1.4 ; 1.12 ; 1.13 দেখ]

অথবা

'ব্যাকটিরিয়া' কাহাকে বলে? চিত্র সহযোগে ব্যাকটিরিয়ার জনন পদ্ধতিগুলির বিবরণ দাও। যে কোন দুইটি ব্যাকটিরিয়ার নাম কর যাহার একটি উপকারী ও অপরটি ক্ষতিকর।
[উঃ। 1.20 ; 1.29 ; 1.30 ; এবং 1.31 দেখ] $2+4+2=8$

২। চিহ্নিত চিত্র সহযোগে অসিলেটোরিয়া বা ক্ল্যামাইডোমোনাস বা স্পাইরোগাইরা-র অঙ্গজ কোষের বর্ণনা লিখ। উল্লিখিত উদ্ভিদটির জনন প্রক্রিয়া সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। $4+4=8$

[উঃ। প্রথম দুটি নতুন সিলেবাস বাদ পড়েছে। স্পাইরোগাইরা—3.3 (iv) ও (vii) দেখ]

৩। কলা কাহাকে বলে? কলার কার্যকারীতা উল্লেখ কর। মূল, কাণ্ড এবং পত্রের নালিকা বাণ্ডিলে জাইলেম কলার বিন্যাস রেখাঙ্কিত চিত্র দ্বারা দেখাও। $2+2+4=8$

[উঃ। প্রথম খণ্ড 5.1 ও 5.2; চিত্র: 8.10-এর অন্তস্ত্বক অন্তর্গত অংশ; চিত্র: 8.9-এর কেন্দ্রে দেখানো চক্রের মধ্যবর্তী অংশ; চিত্র: 8.12-এর বাণ্ডিল আবরণীর অন্তর্গত অংশগুলির ছবি অাঁক।

৪। চিত্র সহযোগে বিভিন্ন প্রকার মৃদগত ও বায়বীয় পরিবর্তিত কাণ্ডের বর্ণনা দাও। [উঃ। 7.18 ও 7.19 দেখ] 8

৫। (ক) আদর্শ দ্বিবীজপত্রী মূলের বিভিন্ন অঞ্চলগুলি কি কি?

(খ) লেবেল সহযোগে দ্বিবীজপত্রী মূলের প্রস্থচ্ছেদের চিত্রাঙ্কণ করিয়া অন্তর্গঠন দেখাও। [উঃ। 8.9 দেখ] $2+6=8$

অথবা

(ক) পুষ্প কাহাকে বলে?

(খ) একটি আদর্শ পুষ্পের বিভিন্ন অংশগুলির চিত্র অঙ্কণ কর ও সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও; ও উহাদের কার্যগুলি উল্লেখ কর। [উঃ। 7.39 ও 7.40 দেখ] $2+6=8$

খ—বিভাগ

(যে কোন দুইটির উত্তর লিখ)

১। হৃৎস্পন্দন কাহাকে বলে? সিস্টোল ও ডায়াস্টোল বলিতে কি বুঝায়? চিত্র সাহায্যে গিনিপিগের হৃৎপিণ্ডের মধ্য দিয়া রক্তসংবহন-পদ্ধতি বর্ণনা কর।

[উঃ। 17.11 ও 11.27-এর অন্তর্গত পৃঃ 251 দেখ] $1+1\frac{1}{2}+4+5$

২। অর্থকরী প্রাণী কাহাকে বলে? রেশম মথকে কেন অর্থকরী প্রাণী বলা হয়? ফাইব্রয়েন ও সেরিসিন, রেশম মথের কোথা হইতে নি:সৃত হয়? ইহারা কি তৈয়ারী করে? কয়েকটি বিভিন্ন প্রজাতির রেশম মথের নাম উল্লেখ কর। সিল্ক কি ভাবে প্রস্তুত হয়?

[উঃ। 12.1; 12.7; 12 5 দেখ] $1+1+1+1+3+4\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

৩। অনিষ্টকারী বা ক্ষতিকারক কীট-পতঙ্গ বলিতে কি বুঝায়? ধানের তিনটি ক্ষতিকারক কীট-পতঙ্গের বৈজ্ঞানিক নাম লিখ। ইহারা কি জাতীয় ক্ষতি করে? সংক্ষেপে ইহাদের দমন সম্বন্ধে আলোচনা কর। [উঃ। 14·10 দেখ] $1+3+3+4\frac{1}{2}=11\frac{1}{2}$

৪। পশ্চিমবঙ্গের তিনটি স্থলচর বন্যপ্রাণীর নাম লিখ। 'ব্যাঘ্র প্রকল্প' কি? পশ্চিম বঙ্গে ব্যাঘ্র সংরক্ষণের জন্য কোথায় আশ্রয়স্থল নির্বাচিত হইয়াছে? কি উপায়ে এখানে ব্যাঘ্র সংরক্ষিত হইতেছে। $1\frac{1}{2}+3+1+6=11\frac{1}{2}$

[* নতুন সিলেবাসে এই অংশকে বাদ দেওয়া হয়েছে]

গ—বিভাগ

(তিনটি প্রশ্নের উত্তর লিখ)

১। নিম্নলিখিত প্রশ্নের যে কোন দুইটির উত্তর লেখ :— $5\frac{1}{2}\times 2=11$

(ক) তোমার পৌষ্টিক নালীতে কি ভাবে স্নেহ জাতীয় খাদ্যের পরিপাক হয় তাহা বর্ণনা কর। [উঃ। 16.2; 16·5 (iv); 16.6(A) (ii) (3) এবং (B) (3) অথবা 16 7C দেখ]

(খ) নিষেক নিয়ন্ত্রণের শারীরবৃত্তীয় ভিত্তি এবং কোন দেশের লোকসংখ্যা নিয়ন্ত্রণে ইহার ভূমিকা সম্বন্ধে একটি রচনা লেখ। [উঃ। 21.5 দেখ]

(গ) চিহ্নিত চিত্রের সাহায্যে স্বাভাবিক মানুষের একটি নেফ্রনের গঠন দেখাও এবং এর বিভিন্ন অংশের কার্যাবলী আলোচনা কর। [উঃ। 20.3 দেখ]

(ঘ) তোমার নিশ্বাস-প্রশ্বাস জনিত বিচলন প্রক্রিয়া বিশদভাবে আলোচনা কর।

[উঃ। 17.16 দেখ]

২। নিম্নলিখিত প্রশ্নের যে কোন তিনটির উত্তর লেখ :— $3 \times 3 = 9$

(ক) অভ্যাসনির্ভর প্রতিবর্ত (conditioned reflex) কি? [উঃ। 18.6 (1) দেখ]

(খ) মানুষের পাকস্থলীর পাচকরসের স্বাভাবিক উপাদানগুলি কি কি?

[উঃ। 16.5 (খ) দেখ]

(গ) মায়েলিনযুক্ত ও মায়েলিনবিহীণ (medullated and non-medullated) নার্ভতন্তুদ্বয়ের কার্যাবলীর পার্থক্য বর্ণনা কর।

[উঃ। নার্ভপ্রবাহ হল প্রবাহমান ডিপোলারাইজেশন (depolarisation wave) ঢেউ। নার্ভতন্তুর উপরে মায়েলিন আবরণ ইনসুলেটরের কাজ করে—র‍্যাভিয়ে পর্ব অংশটি অনাচ্ছাদিত থাকার জন্য কেবল ঐ অংশ দিয়ে নার্ভপ্রবাহ বেরুতে পারে। অপরপক্ষে মায়েলিন-বিহীন নার্ভতন্তুর সমগ্র অংশ বরাবর সব দিকে ডিপোলারাইজেসন ঢেউ প্রবাহিত হতে পারে।

(ঘ) তোমার কার্ডিয়্যাক আউটপুট (cardiac output) কি ভাবে মাপবে?

[উঃ। 17.13 (i) দেখ]

(ঙ) ঠেলে চরজা বন্ধ করার সময় তোমার বাহুর প্রধান প্রধান যে যে পেশী ও অস্থি কাজে লাগে তাদের নাম লেখ।

[উঃ। ট্রাইসেপস ব্রাকি, ডেলটয়েড প্রভৃতি পেশী এবং হিউমেরস রেডিও-আলনা প্রভৃতি অস্থি কাজে লাগে।]

৩। বন্ধনীর মধ্যে প্রদত্ত কোনো একটি উত্তরের সাহায্যে নিম্নলিখিত যে কোনো তিনটি বাক্যের শূন্যস্থান পূর্ণ কর : — $1 \times 3 = 3$

(ক) ——'জোনা গ্লোমারুলোসা' (Zona Glomerulosa) আছে। (বৃক্কে/সুপ্রারেনাল কর্টেক্সে/পিটুইটারীর অগ্রভাগে/ত্বকে/সেরিবেলমে)। [উঃ। বৃক্কে]

(খ) —— হচ্ছে মোটর এন্ড প্লেট। (মোটর গাড়ীর শেষের লোহার প্লেট/মোটর নার্ভের গ্রাহকপ্রান্ত/রক্তের প্লেটলেটের শেষ অংশ/মোটর নার্ভের পেশীনার্ভ সংযোগী (myoneural junction) প্রান্ত। [উঃ। মোটরনার্ভের গ্রাহকপ্রান্ত]

(গ) নিকোটিনিক অ্যাসিড হইতেছে ——। (তামাক পাতায় অবস্থিত এক প্রকার 'টক্সিক' পদার্থ/এক প্রকারের অ্যামাইনো অ্যাসিড/একটি ভিটামিন/একটি উৎসেচক একটি হর্মোন) [উঃ। তামাক পাতায় অবস্থিত একপ্রকার 'টক্সিক পদার্থ]

(ঘ) মানুষের মস্তিষ্ক হইতে উৎপন্ন ক্র্যানিয়েল নার্ভের সংখ্যা ——। (১২ শত/১২ হাজার/১২ লক্ষ/১২ জোড়া/মাত্র ১২ টি) [উঃ। 12 জোড়া]

(ঙ) —— মধ্যবর্তী স্থানে মানুষের হৃৎপিণ্ডের মিট্রাল কপাটিকাটি (mitral valve) অবস্থিত। (দক্ষিণ অলিন্দ ও দক্ষিণ নিলয়ের / দক্ষিণ নিলয় ও ফুসফুসীয় ধমনীর/বাম অলিন্দ ও বাম নিলয়ের/বাম নিলয় ও মহাধমনীর [aorta])

[উঃ। বাম অলিন্দ ও বামনিলয়ের]